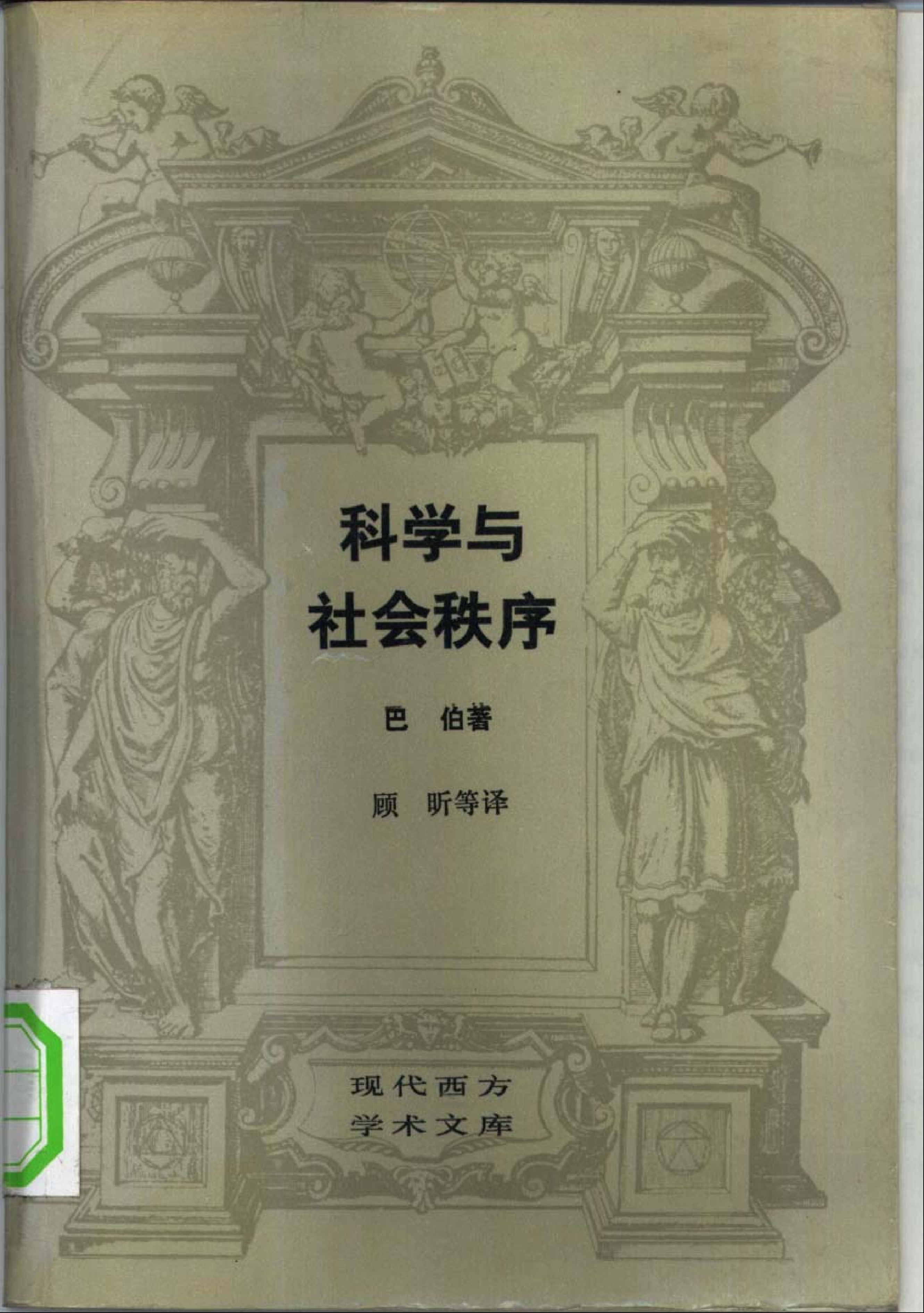
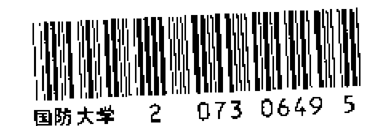


科学与社会秩序

巴　伯著

顾　昕等译

现代西方学术文库

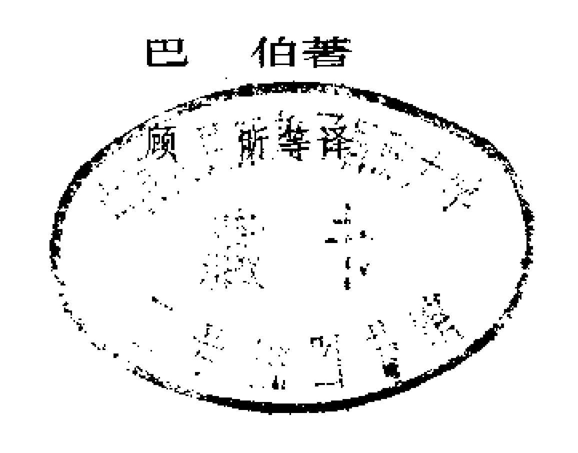


现代西方学术文库

科学与社会秩序

巴 伯著

顾 昕等译



生活·讀書·新知三联书店

责任编辑：袁　春
封面设计：叶　雨

Bernard Barber

SCIENCE AND THE SOCIAL ORDER

Collier Brooks Second Priting, 1970.

现代西方学术文库

科学与社会秩序

KEXUE YU SHEHUIZHIXU

〔美〕伯纳德·巴伯著
顾昕　郑斌祥　赵雷进　译

生活·读书·新知三联书店出版发行
北京朝阳门内大街166号
新华书店经销
北京新华印刷厂印刷
850×1168毫米32开本　10.875印张　240,000字
1991年9月第1版　1991年9月北京第1次印刷
印数 0,001—C3,000
定价 6.00 元
ISBN 7-108-00288-4/C·14

现代西方学术文库

总 序

近代中国人之移译西学典籍，如果自一八六二年京师同文馆设立算起，已逾一百二十余年。其间规模较大者，解放前有商务印书馆、国立编译馆及中华教育文化基金会等的工作，解放后则先有五十年代中拟定的编译出版世界名著十二年规划，至"文革"后而有商务印书馆的"汉译世界学术名著丛书"。所有这些，对于造就中国的现代学术人材、促进中国学术文化乃至中国社会历史的进步，都起了难以估量的作用。

"文化：中国与世界系列丛书"编委会在生活·读书·新知三联书店的支持下，创办"现代西方学术文库"，意在继承前人的工作，扩大文化的积累，使我国学术译著更具规模、更见系统。文库所选，以今已公认的现代名著及影响较广的当世重要著作为主。至于介绍性的二手著作，则"文化：中国与世界系列丛书"另设有"新知文库"（亦含部分篇幅较小的名著），以便读者可两相参照，互为补充。

梁启超曾言："今日之中国欲自强，第一策，当以译书为第一事"。此语今日或仍未过时。但我们深信，随着中国学人对世界学术文化进展的了解日益深入，当代中国学术文化的创造性大发展当不会为期太远了。是所望焉。谨序。

"文化：中国与世界"编委会

1986年6月于北京

中文版序言

科学社会学的兴起与成熟

我的同事顾昕先生，以及他的两位同事，承担了我的《科学与社会秩序》一书的翻译和出版工作，以使在中华人民共和国的学术团体和科学政策团体可以更方便地读到此书，这使我非常高兴。这本书最初是于1952年在美国出版的，自那以后，出版了一种英国版本（1953年），两种美国平装本（1962年和1970年），一种美国精装本（1978年），以及日文译本（1955年）。当然，这是首次出版中译本。

幸运的是，自1952年以来的三十五年间，科学社会学和科学政策领域有了长足的进步，所以《科学与社会秩序》就材料而言不是最新的，特别是与三十五年来用先进的调查研究技术和新发明的科学引证方法所做的经验研究所提供的那些材料相比，更是如此；在深入细致地考察科学思想的实质方面，这本书也不是最新的，而这种考察后来逐步成为正在成长的科学社会学的一部分特征。自六十年代以来进行的学术工作，提供了新的资料、新的研究技术以及对于科学思想之实际发展的新的深入细致的考察。我是以欣羡和赞赏的态度来看待所有这些工作的，我将在下面更充分地解释这一点。自 1952 年以来，科学社会学兴起并且成熟了。

然而，尽管出现了所有这些进步，《科学与社会秩序》一书仍

然可以向读者贡献许多内容。我在下面将说明本书思想上的由来，这样这本书的基本特征及其持续的有益性将变得更加明显。1952年我脑海中的意图现在对科学社会学来说仍然是重要的。像所有的科学进步一样，科学社会学自 1952 年以来所取得的令人欣羡的进步，常常是片面的，因为它对科学的分析只限于微观。它常常忽视科学做为社会中一个主要的社会结构和文化建制的宏观特征。而且，在科学社会学的研究路线中，常常缺乏充分的比较研究，没有考察科学在不同社会和不同历史时期的相似性和差异性。社会系统、建制的前提和比较的前提对于《科学与社会秩序》都是基本的，就对科学的社会特征进行多维的、系统的分析而言，所有这些仍然是基本的。

本序言为我提供了一个难得的机会来做两点新的说明：一、关于本书的思想由来和意图；二、关于科学社会学做为社会科学中一门名副其实和得到承认的专业的兴起和成熟。我希望这两点说明都将更加有助益于本书现在的读者。

思想由来和意图

单独回顾一门科学专业的由来，这常常是很困难的。一门专业一旦建立起来，它的研究人员就更关心日常的、正在研究中的问题，而不是它的由来。对于科学社会学来说，情况也是如此。现在，人们很难想像在 1952 年没有像科学社会学这样的专业。的确，在1952年以前，英国的“科学人文主义者”（如贝尔纳、霍格本、索迪等人）以及美苏两国的其他一些人，曾撰写过有关科学的本质、问题和应用的著作，但是他们并不认为自己是科学社会学家，或者是在一门社会科学的专业中从事研究工作。贝

尔纳及其同事“科学人文主义者”都是自然科学家，他们关心三十年代世界大萧条时期混乱的世界，他们还关心如何通过有效地重组科学并更多地把科学应用于人类福利事业之中使社会状况得到改善。他们的兴趣主要在于实际的政策，而不是为学术而学术。实际政策是当时几乎每一部关于科学和科学政策著作所普遍感兴趣的问题。

在三十和四十年代，撰写关于科学问题之著作的唯一专业社会学家，就是当时年仅二三十岁的罗伯特·K·默顿，他的经典著作是《十七世纪英国的科学、技术和社会》，此书曾经是他在哈佛大学新建立的社会学系的博士论文，在科学史之父乔治·萨顿(George Sarton)的赞助下于1937年发表在科学史协会的出版物《奥西里斯》(Osiris)上。在四十年代初，由于思想上和社会的(在德国纳粹对科学的摧残)原因，默顿发表了他关于科学的规范结构的另一些经典性论文。值得注意的是，默顿出版他的著作或发表文章，并不是为了把科学社会学作为一门社会科学专业建立起来。此后的五十年来，做为一名社会学家，默顿的主要的、压倒一切的兴趣一直在于发展社会理论。虽然默顿的著作、他早期的论文以及他后期的论文(自1957年以来撰写的)使他成为科学社会学之父，但是在三十和四十年代，他之所以撰写关于科学的著作，只是因为他因此可能发展一些关于“观念”或“文化”在社会系统中的作用以及关于观念对于社会系统之稳定和变迁的影响的理论思想。在当时流行的全部“唯物主义的”社会理论中，观念只是“上层建筑”，只是附属品，而不是社会的一部分独立力量。默顿早期著作和论文的主题——即无论是在原则上还是在实际中，宗教的和规范的思想在社会行动中都是独立有效的因素(例如在英国十七世纪的科学革命中)——目的是

对社会理论作出贡献，是对"唯物主义的"决定论的一种抗衡。

做为默顿在30年代末的一名学生，以及此后做为默顿的同事和亲密朋友（在四十和五十年代期间，我们的工作是基于一种一贯的基础），我未听说过关于做为一门专业的科学社会学。的确，我在四十年代末和五十年代初着手写作《科学与社会秩序》一书时，我的意图与默顿在他关于科学的著作中的意图是很相似的：即发展并应用社会理论。我们是殊途同归。

做为哈佛大学的一名本科生和研究生（第二次世界大战期间在美国海军服役的四年除外），我曾同帕森斯教授一起进行研究，并且逐渐开始非常钦佩帕森斯对社会理论的贡献。我钦佩的不仅是他的革命性的一般行动理论，而且还钦佩他在课程演讲和杂志的文章中把该理论应用于分析社会功能、变化的结构以及社会中社会结构与文化系统的变化过程。帕森斯强调并且亲自示范利用比较性的历史和社会的资料来检验并发展社会系统理论，这一点尤其吸引了我。帕森斯邀请他的哈佛的同事在他的课上做关于建制比较的演讲，这些同事都是关于形形色色的社会和历史时期的专家。整个课程和帕森斯及其同事的演讲的基本意图，一般是发展社会系统理论。

当时，我在承担自己的第一项重要的社会学工作时，我的雄心和意图是追随帕森斯，在理论上有所建树。我打算以两种方式来实现我的意图。第一，我想写一本书，它将以简练并且有点省略的形式，表述作为一种社会系统的社会理论，阐明各主要社会结构和文化要素的实质。我打算分析每一个亚系统要素在更大的社会系统中的功能，分析它们彼此之间在功能上的联系。我还打算系统地分析各种各样但数量有限的结构替代物，它们可能会促进这些社会结构和文化的功能。最后，我打算阐明这

些亚系统中的动态过程，它们怎样在某些条件下保持其稳定性，它们怎样在其他条件下发生变化。所有这些要在一本书中完成，该书包含历史的、人类学的和当代经验的丰富例证。我确实为这样一本书写了几章；我还确实开设了一门引导性和一门深入的社会学演讲课程，其中我的意图暂时得到了实现，但是书却从未出版。长期以来，我对此感到惋惜。我仍然认为，这样一本书对于做为一门科学的社会学是非常有价值的。对于增进社会学做为一门学科的整体化，它可能会提供一个重点。

我想实现发展并应用社会系统理论之目标的第二种方式，现在似乎是宏伟得令人难以置信。但是在那时的社会学中，它似乎是可能的。就每一种社会的重要社会结构与文化亚系统，我打算分别写一本书。由于我把第一本总体性的一般著作撇在了一边，由于我的工作同帕森斯、默顿和萨顿在科学之社会方面这个领域的零散的工作相类似，我撰写了《科学与社会秩序》，做为我想撰写的系列著作的第一部。在五十年代末，我写了第二部著作，我既打算使它成为一个独立的研究项目，也仍想使它成为我把所有亚系统贯穿起来构成社会系统理论的总体意图的一部分。这就是我的《社会分层：关于结构与过程的一项比较分析》（1957 年）一书（注意副标题）。之后，我放弃了我的宏伟计划。

六十年代之前，科学社会学是不存在的，它甚至不被认为是社会学中的一个专业，关于这方面的进一步证据可以从《科学与社会秩序》这本书本身中找到。虽然我寻找并且发现了各种书籍和文章，我可以在本书中把这些书籍和文章同我的社会系统理论组织在第一部关于科学社会学的综合性专著中，但是当我近来考察那些参考文献时，我发现它们之间很少相互引证。现

在，我们从近来关于科学中专业的性质以及关于无形学院和正式群体组成这些专业的工作中得知，这种专业的一个基本特征是出版物彼此之间大量的交叉参考、互引。专业由密集的交叉参考物网组成。根据专业存在的这项标准，我的书证明，科学社会学做为一个专业在当时是不存在的。

看一下《科学与社会秩序》各章的标题，人们很快就会明白，我是怎样从帕森斯的社会系统理论和他关于建制比较的工作中得到大量的直接启发的。我在开头的一章论述了科学做为人类理性在社会行动和社会系统中之基本体现的本质、功能和不断变化的特征。应该指出，我关于科学的规范结构的讨论派生于帕森斯对他所谓的“模式变量”(“pattern variables”)的分析以及默顿关于该主题的经典性论文。然后我提出了一些来自较早的历史时期和现代社会的比较性资料，包括在现代社会中(如我所谓的“自由的”和“独裁的”现代社会亚类型之间)科学的多样性。顺便说一下在那时我的观点同得到承认的看法是相左的，我争辩道，基于我的社会系统分析，苏联可能至少在许多科学的分支上是强的。我做出这一分析之时，一位美国生物学家刚刚写了一本书，论述“科学在苏联的衰亡”。我应该提及一件事，基于我对苏联科学的分析，一位重要的美国政府智囊机构的代表同我接洽，问我是否可以来华盛顿组织一个小组研究苏联的科学。我没有去，但我确信该机构以及其他政府机构和学术团体，现在都在追踪所有主要大国中（当然包括中国）的科学活动。科学是国家实力的主要源泉，这一点现在已得到所有人的承认。

在我的书中，其他各章讨论了科学中的组织结构，首先是一般的探讨，然后是专门讨论美国政府、工业界和大学的组织。在

关于发明与发现的社会过程这一章中，我分析了科学的动态过程，集中关注社会学理论中一再重复的理论问题，即个人、文化和社会之间的关系。关于科学的社会控制这一章探讨了科学做为一种社会建制同其他社会建制——在当时的情况下，特别是同政治建制——之间复杂的、不断变化着的、有时充满冲突的关系。最后，我在这里要说明，我受帕森斯自由乐观主义（liberal optimism）的影响很深，我在最后一章专心致力于一种关于社会科学之本质与前景的乐观主义观点。三十五年以后，我仍然持那种观点。我们也许没有看到理论上的综合，对社会科学未来的进步来说，这种综合在许多（并不是所有）方面是值得想往的，但是我们确实看到了百花齐放的情景。我们已经远比五十年前当我进入社会学的时候进步得多了。

顺便说一下，当我在五十年前进入社会学时，我还从未听说过社会学这个词。做为哈佛的一名学生，我同像帕森斯、默顿、索罗金以及亨德森（L. J. Henderson）这样的人偶然相识是多么幸运，从所有这些人那里，我学到了许多一般的社会理论和关于科学的特殊知识。

科学社会学做为一门
科学专业的兴起与成熟

概述一下第二次世界大战以来所发生的事（无论是思想上的还是更大的社会背景）以导致科学社会学作为一门科学专业的兴起和成熟，是再合适不过的。在第二次世界大战中，科学或许比它以往任何时候都更加显著地证明了它巨大的社会后果。这里只提两个例子，原子弹和抗菌素的发展使政府看到，它们必

须给予所有形式的科学以巨大的和持续不断的精神支持和财政支持。战后，世界各列强之间在工业和军事前沿的竞争导致了支持科学的新机构的成立，导致了科学政策组织和研究的兴起，希望这些组织和研究能更有效地指导这种支持。这是一种一直未能像最初希望的那样实现的希望。虽然如此，所有担负得起的社会都向科学提供巨额政府资助，这一点很可能会是持久的。

在思想的前沿，一些重要的发展始于五十年代末，它们促进了科学社会学和科学政策的发展。在五十年代末，罗伯特·默顿对科学社会学的某种三心二意的兴趣转变成强烈的兴趣，他鼓励新的一代研究生成为这个领域的专家。乔纳森·科尔(Jona than Cole)、斯蒂芬·科尔(Stephen Cole)和哈里特·朱克曼(Harriet Zuckerman)是默顿的学生，他们继续在科学社会学中进行专门的研究。这些学者特别精于利用调查研究技术；因此，他们把新的定量资料带到科学社会学中。他们还对科学引证指标加以了有价值的利用，这种指标是由尤金·加菲尔德(Eugene Garfield)在六十年代作为一种信息检索手段而发明的，但现在它们被社会学家创造性地用来阐明科学之社会结构与过程的基本方面。

当时我自己的工作主要集中在生物医学研究的社会学上。我与一些有才能的研究生(丹尼尔·苏里万〔Daniel Sullivan〕、约翰·拉里〔John Lally〕和朱里亚·马卡鲁什卡〔Julia Makarushka〕)合作，进行了两次关于生物医学研究中伦理学问题的大规模调查研究。我们明确的理论焦点是所谓的“科学和医疗的两难”。在分析中，我们利用了我们的调查资料、引证资料和网络资料。因为在那时，国家政策突然高度关注生物医学伦理这些问题(所听到的赞同意见和风险一收益比)，所以我涉及了一系

列社会政策活动，并且在这个领域对国家社会政策有一些小影响。近来，做为一名科学社会学家，我在这些经验的基础上考虑了经验的社会研究与社会政策之间的关系。其他社会科学家把我的研究作为一种模型，也使他们那经验的社会研究产生了政策影响，我在新近出版的《有效的社会科学》(1987)一书中搜集了来自经济学、政治科学和社会学的八个这种案例。所有这八个案例都讲到同样的三十多个科学社会学问题。这些案例就经验的社会研究和社会政策之间的关系提供了一些有趣的尝试性概括。

早在六十年代，德拉克·普赖斯(Derek Price)就在《小科学、大科学》中大量应用数学方法度量科学出版物以说明科学中的增长过程，这进一步促进了科学社会学中定量的研究路线。他复活了一个十七世纪的术语“无形学院”，来指明网络过程在科学中的重要性。普赖斯还刺激了科学过程与结构的网络测量技术的利用。其他网络测量技术的重要使用者和发展者有黛安娜·克兰 (Diana Crane)、尼科尔斯·穆林斯 (Nicholas Mullins) 和亨利·斯莫尔 (Henry Small)。普赖斯是他所谓的“科学的科学”的一名热情鼓吹者。他才气焕发和隐喻式的风格使他的著作吸引了广泛的读者。

六十年代以前妨碍科学社会学发展的诸因素之一是科学史和科学哲学对它的抵制，这两者做为学术专业当时已经相对充分地建立起来了。在强调探讨科学的“内在主义”路线的形式下，这些专业对科学社会学的“外在主义”假设存在着强烈的抵制，特别是对马克思主义的观点，但对更主流的、自由的观点亦如此。在1962年，托马斯·库恩的《科学革命的结构》一书导致了在科学哲学、科学史和科学社会学之间关系上的一场创造性

的革命。库恩本人在当时显然没有完全意识到这个事实，但在他的思想含蓄的著作中，他利用了来自这三个专业的概念和材料。把科学作为一种社会现象加以研究，这是前所未有的。现在，跨专业的合作和讨论是经常的和富有成果的。不再有人谈论科学之"内在"方面和"外在"方面了。所有学者都明确地把科学思想、组织和过程看成是同社会中其他社会与文化亚系统相互关联的亚系统。

最后，非常令人高兴的是，另一场创造性的革命一直继续着，它最初来自英国；做为科学社会学的一次练习，调查一下这场革命的社会原因和思想原因是极令人感兴趣的。在英国，特别是在由大卫·艾奇(David Edge)领导的爱丁堡大学科学研究小组，以及在苏萨克斯(Sussex)、约克(York)、巴斯(Bath)和其他地方，哲学家、社会学家、自然科学家和科学政策专家已经结合起来，对科学思想的实质作出了有价值的研究。在这场革命中，巴里·巴恩斯(Barry Barnes)、大卫·布洛尔(David Bloor)、哈里·科林斯(Harry Collins)、大卫·艾奇、罗伊·麦克里德(Roy MacLeod)、唐纳德·麦肯奇克(Donald MacKenzie)、米切尔·马尔凯(Michael Mulkay)、斯蒂文·萨宾(Steven Shapin)、理查德·怀特莱(Richard Whitley)和史蒂夫·沃尔加(Steve Woolgar)一直是领头的英国人。他们关于科学思想与组织之实际发展的严密的、微观的和经验的研究，对于我们理解做为一种社会现象的科学是一个重要的贡献。

然而，像许多革命一样，这场革命也有其片面倾向。它倾向于(或者在我看来似乎是这样)把科学的本体论的方面相对化，以及把社会方面理性化。与该"学派"相反，我认为自然界和社会并不完全是关于它们的科学思想的构成物，我也不认为科学工

作仅仅是由"兴趣"来推动，如同该学派的几位成员（他们从未给出一个我认为令人满意的该术语的理论定义）所宣称的那样。科学是由科学、由规范、由兴趣以及由"现实"世界推动的，这四者都推动科学。

科学具有某种程度的自主性。它在某种程度上独立于其他社会结构和文化的亚系统，同时也依赖它们。困难的经验问题是具体确定独立和依赖的程度和类型。而且，正因为这项工作是困难的，所以没有理由来回避它。

科学社会学今天已经成为一门国际性的学术专业。像布鲁诺·拉托（Bruno Latour）这样的法国人、像卡伦·诺-塞提纳(Karen Knorr-Cetina)这样的讲德语的人以及像阿利·里普(Arie Rip)这样的荷兰人，都是在这一专业中的卓有成效的研究人员。现在，科学社会学有其自己的国际性专业协会——科学的社会研究协会，有两份专业刊物，《科学的社会研究》，由艾奇和麦克里德在爱丁堡创立，现在由一个国际委员会编辑《科学与技术研究》，科学的社会研究协会的初期刊物，由苏珊·科森斯(Susan Cozzens)编辑。

自《科学与社会秩序》在1952年出版以来，科学社会学已经诞生并且成长起来了。我期望这部中译本将进一步推动科学社会学和科学政策的发展。

伯纳德·巴伯

纽约

1987年7月

前　言

一个多世纪以来，尽管科学与社会之间的互动一直是学者们偶尔感兴趣的一个主题，但是，在为构成这个主题——科学社会学——的事实和观念提供一种系统的组织方面，人们付出的努力却不多。特别是近年来，为数颇多的著作都各自涉及这个主题的一个或另一个部分——例如贝尔纳（Bernal）、克劳瑟（Crowther）和法林顿（Farrington）的著作，利莱（Lilley）、普莱奇（Pledge）和霍格本（Hogben）的著作。但是这些著作除利莱的“科学史的社会方面”是个重要例外，都没有借助于一种在社会学的其他分支被证明是有效的概念框架来考察科学与社会结构之间的联系。这本书的独特之处在于：它使关于科学与社会相互影响的其他零散的和不协调的资料的积累，有了暂时确定下来的秩序。

当一本书的结构是清晰的和严密的时候，再在前言中概述它的写作方案就变得多余了。当然，巴伯先生的书就是这种情况。没有必要在这里列举出本书的重要主题，因为巴伯先生自己已经清楚而简明地这样做了。但是，试图指出这本书的地位以及它在其社会背景中代表什么，试图考虑为什么我们要为这样一本书等待那么久，这可能是有某种价值的。这本书试图实现巴伯先生给自己提出的任务，这就是：“应用一种社会学的分析（这种分析在面向许多其他的社会活动时已被证明是富有成

效的）方法于科学，以更好地理解科学。"科学社会学依然基本上处于没有充分的成功希望的境地，它不是一门高度发达的、由社会学、物理学和生物学的科学家们共同充实起来的特殊知识领域，这是怎么一回事呢？它目前的对策和前景是什么呢？

说这个领域长期处于被明显忽视的情境之中，这毫不新鲜。例如，爱德华·希尔斯（Edward Shils）新近在对"美国社会学现状"的判断中认为，对"科学和科学建制"的研究处在社会学研究的很不发达的区域之中。这样一种判断的根据是多种多样但又是始终如一的。让我们考虑一下教学这个领域：在美国的学院和大学中，数千班级致力于社会学的这个或那个分支，极少数人致力于科学社会学。教科书虽然有明显的时滞，但通常反映着在一门学科中的注意焦点，它同样证实了这种忽视印象。在现行的社会学入门教材中，特别规定了使学生们认识这一领域中要关心的专门范围，这些教材都详细地论述了家庭、国家和经济建制，许多教材还论述了宗教建制，但却很少把科学当做现代社会中一个较为重要的建制。这些教材只是偶而谈到科学是使社会变得丰裕起来的"重要作用"，但却很少对这种作用加以系统的分析。

还是看看研究领域中的证据吧。当然，这一相对薄弱的研究已经确实被引入到整个社会学之中。与物理学、化学和生物学中成千上万的年度报告相比，或者，与数千的关于历史和英国文学的论文相比，整个社会学领域的报告只有几百份。其中，研究的核心涉及婚姻和家庭的社会学，人口和犯罪的社会学，论述宗教社会学的也有相当的数量，但在社会学研究的年鉴目录中，科学社会学仍然没有引起人们充分的兴趣，认为它值得加以单独介绍。

忽视这一研究的另一个显著的迹象，可以从社会学研究的社会组织方面看出来。在社会科学中，专门的研究学会一般是做为对社会、经济和政治需要的反应而建立起来的，这一点即使不是排他的，也是特别显著的，因为这些学会被认为是社会上一些有影响的团体。每一种“社会问题”似乎都导致其自身的研究中心的建立。于是，当公众被警告说家庭的不稳定性和离婚率上升的时候，大学里就建立起专门研究家庭问题的学会；当世界事务的焦点集中在俄国、近东或远东的时候，大学就建立专门从事这些地区的社会研究的学会。然而，在社会科学中，这些研究中心没有一个是以相当的规模专门研究科学社会学。

不必继续开列这种忽视的清单了。这些多种多样的证据全都反映了这样一个重要的事实：呼吁对科学社会学予以专门注意的专家的数量微不足道，而其中的多数又集中在英国和欧洲的其他地方。在美国的几千名社会学家当中，甚至只有不到一打的人宣称科学社会学是他们的主要兴趣之所在。的确，科学社会学已经近乎于形成，但这与其说是靠社会学家，还不如说是靠一些物理学家和生物学家在业余偶尔从事这个学科的工作。我们能够从巴伯先生的批判性地挑选出来的文献目录中，看到在这个领域中那些当前著名的、贡献最多的科学家。在他所描述的许多书籍和论文当中，粗略地说大约一半是由从事物理学和生命科学的科学家或者已经转向管理的科学家撰写的；四分之一以上是科学史家和科学哲学家撰写的；只有剩下的一小部分是社会学家写的。假定这些数字大体上是相近的，假定这些数字也许反映了巴伯先生因这样或那样的原因而偏爱于由自然科学家撰写的著作。但是，在更庞杂和更欠精确的范围来看，科学社会学的文献目录也有许多同样的性质：没有多少人完全从

事这个领域的耕耘工作，而且，正是物理学家和生物学家而不是社会科学家做了最大部分的工作。

所有这一切都在现有的科学社会学材料的状况中留下了印记。许多人在兴趣转移到科学与社会之间的关系之前，主要忙于别的领域的研究，他们通常无法以花费大量时间的方式表示在这个学科研究上的兴趣。做为代替，他们使用手头的历史证据，写出思辨性著作与文章。因此，在这些著作中，历史上的轶事常常代替了系统的论据与见解的位置，代替了从大量文献资料中推断出的结论的位置。从几个挑选出来的例子做出概括是容易的。于是，牛顿是著名的未婚男子，那么他就是为了全心全意献身于科学而过独身生活，拿破仑入侵埃及时，伴随他的几乎有两百个天文学家、考古学家、化学家、几何学家和矿物学家，由此就说这场战争一般地推动了科学的进步。这些著作还一次又一次地利用同样微不足道的若干经验研究，要在这些研究的基础上，做出为数众多的结论是不稳定、不够份量的。

这个领域中的许多资料，是由一些物理学家和生物学家提供的，对于这些人来说，它是一种副业而不是主要关心的问题，这种情况留下了另一种标记，巴伯先生试图消除掉这种标记。与在牢固确立的学科中的模式不同，在科学社会学中，事实一般是与系统的理论相脱离的。经验的观察和假说并不能相互提供支持。如果不直接影响有助于积累知识的理论主体，自然科学的此时彼刻的经验研究就导致了一些浅薄零散的发现，而不是密切相联的一系列发现。

做为所有这些的后果，科学社会学长期以来总是处于混乱状态：一方面，它过于思辨，一共只有很少被确认的事实；另一方面，它遭受到经验主义的过度侵袭，因为这些事实一般形不成理

论。在这个领域中，极缺乏的是富有成果的研究模式，正如已经说过的，在这一模式中，人们可以从事实追究到揭示观念，或者从追究观念到揭示理论。

数年或几十年以来，在这个主题上绝没有一致性，这就导致我们关于科学与社会相互联系的知识积累得相对很少。更确切地说，这是持续忽视的自然结果。由于具有必要的理论基础的社会科学家通常不从事科学社会学中的经验研究，由于那些进行这种经验研究的物理学家和生物学家通常都缺乏所需的理论，这个学科领域的成长受到阻碍就不足为奇了。仅仅是献身于专门知识分支的学生数量不足以保证它的快速增长——这是一些仍然难于很快解决的问题，但是逆命题却是自明之理，如果忽视某个知识领域，它就不会繁荣。

科学社会学的缓慢、不确定和零星的发展，意味着其占有重要地位的那些思想由于重复而变得陈腐。做为许多这类事例中的一个例子，可以考虑一下从相同的科学发现或发明多次独立地出现引出推论的历史。关于创新的文化背景之含义也许是不必多说的，这种含义是来自这种具有重要意义的事实，它要在科学社会学的更重要的概念中间来发现。这些概念完全能够把下列社会学家们联合在一起。威廉·F·奥格本(William F. Ogburn)和多萝西·S·托马斯(Dorothy S. Thomas)列举出差不多一百五十个独立重复的科学发现和技术发明，并指出这些创新事实上已成为不可避免的，就像文化继承中知识积累的某些类型一样，就像社会需要予以注意的那些特殊问题一样。

这种思想史从两方面说明了科学社会学进展的步伐缓慢：第一，在一代人以前，这个思想就被奥格本和托马斯强调过，但它很少得到详尽的阐述或展开；第二，关于多次重复的独立发现

的社会学意义的本质上相同的思想，已得到多次阐述，特别是在本世纪之前。早在1828年，麦考利(Macaulay)在他的关于德莱登(Dryden)的文章中，就提到了由牛顿和莱布尼茨分别独立地发明微积分这件事，这属于一个更大一类的实例。在这些实例中，同样的发现和发明可以由彼此独立工作的科学家创造出来。这一点同麦考利归因于公共知识的积累储备和公众注意的共同焦点的观点相吻合。正如他所表述的："的确，数学科学当时已经达到这样的地步，即假如〔莱布尼兹和牛顿〕两人都不存在，那么在几十年之内原则上不可避免地也会出现某个这种人。"这种话由于不断重复现在已经成了套话。有这种思想的不止麦考利一个人，英国社会的绝大部分都注意到了这个问题。尽管有卡莱尔(Carlyle)的文化英雄学说，但这种非英雄的思想被维多利亚时代在皇家委员会面前做证的制造商们看成是有用的平凡事物，他们证明，发明毕竟只是构成了现有技术中小小的不可避免的增长，正如在实际上同时却又各自独立出现同样的发明这种一再重复的例证中所能看到的那样。没过多久，一位憎恶他自己的著名作家表达了同曼彻斯特制造商一样的观点，他在描写其伙伴的思想时说："在马克思发现唯物史观的同时，有证据表明蒂列(Thierry)、米格尼特(Mignet)、吉佐特(Guizot)和直至1850年的全体英国历史学家，都在为此做出努力；摩尔根(Morgan)发现同样的观点也证明，对它来说时机已经成熟，并且确实也必须被发现了。"同样，基于同一类证据的相同的观念，也开始在美国得到传播。1885年，威廉·H·巴布科克(William H. Babcock)和皮尔斯(P. B. Pierce)在华盛顿人类学会上向他的同事们报告说："发明的同时性"证明："某一工艺的进步已达到这样的地步，即采取一定的步骤已成为不可避免的了"以及

“这显示出在发明中个别的人比起他周围的环境来说，重要性较小”。此后不久，法国的加布里埃尔·塔尔迪(Gabriel Tarde)和阿贝尔·雷伊(Abel Rey)也分别在1902年和1922年得出同样的结论，他们注意到，发现和发明的同时性是文化积累之决定性作用的充分证据。

当然，这并不是说麦考利或维多利亚时代的制造商、恩格斯或美国的人类学家们首先说到这一点，也不是说这种重复以及(在某些例子中)相同思想的独立的再发现，可以被看成是一种为其自身的历史证明的假说。这也不是要贬低奥格本和托马斯的真正贡献，正是他们为在社会学思想中确立这个假说做了这么多的工作。更确切地说，正是同样的这个假说一再被重复发现，特征性地缘自社会学家们对科学社会学和技术社会学的忽视，以致于同其他社会学的专门分支相比，这一专门领域近年很少发展出新的成就。例如，很少有人探究这一假说的内在含义，通过实际的经验研究来决定(如假说所设想的)同样的成分究竟在出现相同发现或发明的不同文化中相对发达到什么程度。因而，这个假说就像科学社会学中其他的假说一样，一个多世纪以来实质上仍然没有得到扩展。

说明科学社会学为什么在如此长的时期仍然处于一个比较荒漠的状态，这不是容易的事情。这种状况是特别反常的，因为人们似乎广泛地同意科学构成了现代社会的较为重要的动力之一。也许存在着一些尚未得到注意的社会与制度的环境因素结合起来转移了学者和科学家的对某个主题的注意，而人们本来会预期这个主题在一个科学显得十分突出的世界中会得到关注。

至于物理学家和生物学家对这个主题的相对忽视，也许不

需要做多少解释。毕竟，科学的专门化要求精力专一集中，科学社会学不是他们的专长（*métier*）。由于在自己的科学研究上的勤奋工作，他们几乎不像社会学家那样能过问别的领域。而且，自然科学领域中流行的习惯和想法甚至会妨碍他们发展出对于科学与社会结构之关系的偶然的兴趣。例如，在这些科学家当中也许盛行着科学史是由一系列伟人所构成这种想法——鉴于科学史上的转折点确实是与伟大的科学家联系在一起，这种想法看起来似乎是有理的。如果立足于这样一种假设，科学家们就很容易看不到不太明显的社会过程，而这些过程却起着它们必不可少的作用。在向这些伟人表示敬意的时候，社会可能漫不经心地强化了这些假设。实行以一位科学家的名字对他的发现加以命名的命名法则（Eponymy），如波义耳定律、普朗克常数；诺贝尔奖金以及其他一些较次要的奖励；国家呼吁卓越的科学人才集中全力为本国做出贡献；实际上无名的第二流科学家的工作对科学知识的积累是不可或缺的——所有这些以及类似的事实也许使得伟大的科学人物显得更加突出，并且强化对于社会和文化背景的忽视，而这种背景曾经严重地帮助或者遏止过他们的成功。

物理学家和生物学家完全可能为另外一套理由勉强去考虑社会环境对科学的关系。他们也许担心自己工作的高贵性或完整性会由于认识到这样一种事实的内在含意而受到损害，正如巴伯先生指出的，这种事实即科学是一种有组织的社会活动，它以社会的支持为先决条件。这种支持的份量以及它所支持的科学工作的类型，在不同的社会结构中是不相同的，因此科学发展的方向可以受到所有这些因素的显著影响。或许他们的勉强来自广为流传的、错误的信念，这种信念就是认为探索科学与社会

的联系就是要责难科学家的动机。但是，就像巴伯先生和其他人所表明的，这一信念是对科学家的动机和影响科学进程的社会环境二者的混淆。也可以假定科学家们一贯地意识到社会对他们行为的影响，这绝不是一个自明的真理。考虑各种不同的社会结构怎样影响科学研究的方向以及这种影响有多深，这不是要指责科学家的动机。就像巴伯先生通过强调科学的相对自主性而提醒我们的那样，这也不是使科学建制成为政治、经济和其他社会建制的附属物。

不管这些是不是物理学家和生物学家忽视科学社会学的理由，它们很少有可能是社会学家为什么很少注意这个领域的理由。好几代人以来，神话时代历史观很少停留在社会学家们中间——如果有的话，他们更喜欢低估社会变革中伟大人物的与众不同的作用。这并不是说社会科学家都普遍假定，研究人类行为的社会类型是对这些类型之外的行为动机加以谴责——他们更喜欢采取相对主义的见解：即理解就是辩解，个人责任的概念是与社会决定论相异的。因此，看起来在社会学家当中，对这个领域缺乏一致的兴趣必定还有另外的理由。

尽管没有多少证据来做为某种解释的基础，但事实本身却是如此明显和奇妙，这就引起了猜测。科学与社会的联系可能成为这样一个课题，它对于那些学院式的社会学家们来说是黯然失色的，这些社会学家认为这个课题接近于马克思主义社会学的核心。这种态度并不一定植根于恐惧，即害怕因与政治上受谴责的思想有牵连而遭罪，虽然这一点也可能起一部分作用。就像对最革命的态度一样，对马克思主义的态度长期以来也两极分化了：这些态度一般是要求人们完全接受或全盘否定马克思主义。不加思索地拒绝马克思主义概念的社会学家们还并非

寻常地拒绝了与这些概念密切相关的课题。美国的社会学家不大研究社会阶层之间的冲突问题，正如他们不大研究科学与社会的关系一样。在另一个极端，那些把自己看作是马克思学说之信徒的人们，似乎仅仅像一个信徒那样行动，甘愿重复大师说过的东西，或者以新挑出来的例子来说明老的结论，而不去仔细想一下这些结论可能只是一种假说，必须通过实际的经验研究加以检验、发展甚至修正。在这两个极端，科学社会学要么遭到忽视，要么遇到先入之见。

这个领域也可以部分地说成是现有高等教育计划的受害者。物理学家和生物学家一般都使他们的严格训练局限在他们领域的专门技能和知识方面，很少有人稍微更多地懂得一点社会科学。与此相类似，在许多精密的科学分支甚至在科学史方面，社会学家一般很少受到训练，因而对于处理自己没有准备的那些专业就觉得勉强。这样，科学社会学在这两个学术部门就不为人注意地落空了。

还要强调一点，说这个领域受到相对的忽视并不是说它就完全贫乏，或者注定要缓慢地发展。巴伯先生的书会使任何这样轻率的主张落空。实际上，有许多迹象说明，这种忽视的状况正在结束，其发展的前景比过去任何时候都好。

各种各样的社会趋势虽然不是全新的但现在已是引人注目和令人感兴趣的了，这使得人们注意科学与其周围的社会结构之间的关系。例如纳粹德国和苏联的科学政治化使人们普遍感兴趣于考察科学在何种特殊类型的社会背景中得到繁荣，这是科学社会学中的一个中心问题，也是巴伯先生比以往更系统地考察的一个问题。同样，在自由社会中，最近的变化迫使科学家们陷入他们的根深蒂固的某些社会角色和价值标准之间的突然

冲突之中。早在从事学习的时期，科学家就共同接受了某些价值标准，由于社会条件发生了变化，他们被要求在他们的生涯后期忘记和放弃这些价值。例如，要求科学上的知识成为共同科学财富之一部分的价值，现在正与已经要求他们做为公民的角色要做的事情相冲突，作为公民，他们有责任保守这种知识的某些秘密。人们明显地感到由于社会的应力与压力而使他们对自己的目标失去信心的时候，他们就容易敏锐地意识到先前并不了解的其态度与价值的社会背景。即使最朴实和最专心一致的科学家们把自己的一生的事业和生活局限在实验室的范围之内，现在也必定知道去适应巴特菲尔德(Batterfield)所做的一个评论，他们"不是在无条件的自由世界中行动的、绝对自主的和神仙般的生物"。

更为特别的是，在科学家们当中，这些历史的发展引起了一场关于"科学的社会控制"的争论和论战——巴伯先生在本书的第十章中对这场炽烈的冲突给予了颇有见识的分析。无论如何，停留在已经提出的观点之上可能是没有结果的，这些对立的观点是对于科学的社会关系的比过去任何时候都更高的、令人兴奋和持久的兴趣的附带结果。

不止是科学家，而且广大公众也都由于新近的事件而把注意力集中在科学的社会意义方面。广岛和其他试验性的原子弹爆炸的附带结果，就是使处于休眠状态的不关心科学的公众也觉醒了。许多人除了偶尔对科学奇迹感到不可思议之外，他们总是把科学视为理所当然的事情，但这种人对毁灭人类的表演也变得警觉和沮丧了。科学已成为一个"社会问题"，就像战争、家庭的不断衰落或者周期性的经济危机事件一样。

就像我们已经注意到的那样，当某种事情被广泛认为是现

代西方社会的社会问题的时候，这种事情就成为专门研究的对象。特别是在美国社会学中，新的学科分支是在对新的一组问题做出的反应之中产生的。几代人之前，大量移民的涌入唤起了人们对同化与文化适应过程的极大的社会学兴趣，正如黑人在美国社会中的地位变化强化了种族关系的专门研究。同样，一些更加显著的城市生活问题引起了社会学家们的强烈注意，在一段时间，他们的研究地点一般是城市贫民区，主要来观察少年犯罪、成人犯罪以及其他可能发生的异常行为。由于电影的广泛普及和无线电的出现，一个协同研究大众传播和公众舆论的新阶段开始了，从而另一个社会学的专业以前所未闻的规模复兴起来了。在更近的若干年内，在这个国家中有效的工会组织以及引起工人与雇主冲突的附属组织，它们在活跃的过程中慢慢地导致了工业社会学这一专门领域。

有迹象表明，科学社会学做为一个独特的专门研究领域，目前正处在与不足二十年前的工业社会学相类似的地位。过去对这一学科不定形的和零星的兴趣，正变得定形并且持续不断。然而，这两个领域的社会背景有着本质的区别，这可能有助于产生不同的效果：工业社会学本身主要关心有关工业的经济利益的问题——关心工人的士气问题，关心非正式群体的结构和生产率之间的关系问题，也关心劳资双方的关系问题。就像技术研究一样，社会学研究也是如此，当它产出许多丰硕的成果时，工业界就准备支持这些研究，因为这样做也是一桩好买卖。营利组织必须根据预期的利润来做出他们的决定，在这个狭隘的经济观念支配下，科学社会学的研究和科学家很难有什么指望。而对科学的支持必须来自一些不是为经济上有所得而建立的机构。

除了最近历史发展的复杂情况以外——在这些情况当中，包括试图使科学服从政治的控制，人做为科学家的角色与做为公民的角色之间的深刻冲突，使得科学被广泛地看作是社会问题来源之一的那些事件——对科学社会学的兴趣开始出现了新生。因此，在与美国艺术与科学学会的合作中，菲力浦·弗兰克(Philipp Frank)联络了一大群学者支持促进这个领域中经验的和理论的研究。另一个小组也已成立，在美国学术理事会的赞助之下，研究科学的人文主义方面，包括社会方面。世界科学史家联合会扩大了它的范围以包括科学的社会关系史委员会，由利莱准备的该委员会的第一份重要报告，给予它的社会学方向以充分的论证。数量相对较少的一些大学的科学史系也开始关心社会学，可以期待，由于适当的研究材料的积累，科学社会学将更加迅速地得到发展。

另一类学术的发展为及时提供这些研究材料提供了保证。十多年来，社会学家们已显示出对社会职业——医疗、法律、服务、工程以及其它职业的结构、作用和功能的日益增长的兴趣，并开始研究它们的社会意义。类似的研究也将会把科学和科学家做为对象。如果这能实现的话，它将进一步有利于对历史材料和第一手现场调查材料进行综合。到目前为止，科学社会学中相当大量的研究一直几乎以纯粹的历史资料为基础——这些资料是科学家留下来的文件、自传、日记和科学学会的报告。这当然是必不可少的材料，但这还不够。像别人一样，科学家同样倾向于深深地沉浸在自己的工作中，他们不能从中得到关于大量社会行动和社会互动的认识，这些行动和互动可能在实验室中产生，就像在工厂里产生一样，在很大程度上，这些行动和互动是在与之有关的那些人的认识限度之下。当然，已经有了大量关

于“科学方法”的文献，据推断，还会有关于科学家的“态度”和“值价”的文献。但是，这些文献与社会科学家称之为理想类型的东西有关，即科学家本应照着这些方式去思索、感觉和行动。在细节上描述科学家们实际进行思索、感觉和行动的方式，并不一定是必要的。这些实际的类型很少得到系统的研究——罗依(Roy)所代表的对生物学家和物理学家的心理测试是一个罕见的例外。如果社会科学家开始在物理学家和生物学家的实验室和野外台站中进行观测，那么至少可能在短短几年中就会比过去全部的岁月学到更多的科学心理学和科学社会学的东西。

从这一切可以看到，这本书几乎正是在一个非常恰当的时机出版的。在对这门学科的兴趣正在重新兴起的时代，甚至单独地对这一领域提供一个尝试性的系统看法的一本书，也会不成比例地产生巨大的反响。巴伯先生以及那些其他可能追随同一路线的书，很有可能会进一步促使大学开设引导学生们学习科学社会学的课程。很可能选修这些课程的学生也许是由于历史学的最新论题激起了他们对科学的社会环境的好奇心，从而产生了对这一学科的持续的兴趣。这样，这些人将是新的并且实质上是第一代新兵，他们既在社会科学方面又在某一物理或生物科学方面受到训练，当他们成为独立的学者的时候，科学社会学就会成为一门知识条理化的专门领域。巴伯先生的书朝这个方向前进了一大步。

罗伯特·K·默顿

鸣　谢

我非常高兴地记下我在写作本书时所得到的帮助。对我帮助最大的两个人是我的朋友和老师，塔尔科特·帕森斯和罗伯特·K·默顿。只有那些了解帕森斯与默顿的讲演和著述的人，才知道我在本书的内容以及社会学观点上有多少要归功于他们。十五年来，默顿在科学社会学上的杰出工作一直是我的楷模，它告诉我在这个领域的事业应该是什么。我不能说自己是乔治·萨顿的一名“学生”，但在我们长期的、令人愉快的相识期间，我从他那里学到关于科学史和人文主义的基本内容。他总是最慷慨地允许我利用他在怀德纳尔一八九号的私人图书馆。哈里·M·约翰逊(Harry M. Johnson)以其对本书内容与风格的细致批评使我获益良多。其他几位朋友一直非常热心地阅读了本书的部分或全部手稿，并且提出了改进意见，他们是：丹尼尔·阿隆(Daniel Aaron)、大卫·唐纳德(David Donald)、里恩·福克斯(Renee Fox)、弗兰克·H·汉金斯(Frank H. Hankins)、阿列克·英克尔斯(Alex Inkeles)、小马里奥隆·J·列维(Marion J. Levy, Jr.)、查尔斯·H·佩奇(Charles H. Page)和马尔温·李克特(Melvin Richter)。由于我未能采纳他们所有的建议，这些朋友对本书遗留下来的缺点不负责任。最后，我向我的妻子埃里诺·G·巴伯(Elinor G. Barber)致以

不可估量的深深的谢意，感谢她给予我有价值的批评和支持。

伯纳德·巴伯

多布斯·费里，纽约

1952年8月

目　录

导言 科学是什么?

科学是什么?由于我们能这样简单地提出问题,所以许多人期待对此作一个简单的答复。但事实上,我们所需要的答复是复杂的,它告诉我们科学在过去和现在的许多不同的情况,或者以另一种方式告诉我们科学具有的若干方面。当然,科学具有一定的统一性和整合性,这种统一性固然不很完全,但它仍然是科学存在的一项重要条件。后面我们将多次谈到这种统一性。但是,科学也有许多独立的方面。我们将发现,令人满意地理解科学,要求分别研究科学的这若干方面,就像仔细研究科学本身的统一性那样。

我们只须考察一下公众和个人对科学的许许多多想像,就可看到科学表现出多少不同的方面。科学是一个穿着白大褂的人,他最经常做的事情大概就是在实验室中摆弄试管。或者科学是爱因斯坦的相对论,它由于一个公式——$E=mc^2$——而为人所知。一台被一些作者描述为"机器脑"的复杂机器,也许是一种新型的电子计算机,它则是科学的另一种象征。在三十年代的大萧条中,科学对许多人来说意味着技术失业,[1] 弗兰肯斯坦的怪物[2]对它的创造者——社会——翻了脸。更为经常的是,

1 技术失业(technological unemployment):因技术高度发展所造成的失业。——译者注

2 弗兰肯斯坦的怪物(a Frankenstein's monster):著名电影怪物角色。这

尽管出现了原子弹，但科学仍然意味着希望的满足和希望的实现，科学发现了胰岛素、盘尼西林，甚至是一种治疗小病小灾——大家都会患的感冒——的药品；科学常常扩大着我们的物质财富；而且科学从未停止寻找治愈癌症、小儿麻痹症、精神病和无数其他人类疾病之方法的步伐。

科学展示着所有这些方面，而且会展示更多更多的方面。我们中的每一个人都可以成倍地增加他自己关于科学的概念。但是，我们需要一种对科学的系统理解，我们需要一种把科学本质的这种多样性与其内在的整合性和统一性联系起来的方法。科学并不是要素与活动的杂乱无章的组合，而是一个具有凝聚性的结构，其各部分在功能上有互相依存的关系。简言之，我们需要对科学本身有一个更科学的理解。

获得这种对科学的系统理解的一种方式，一种显而易见的但却有点被忽视了的方式，就是首先从根本上把科学看作是一种社会活动，看作是发生在人类社会中的一系列行为。从这一角度看，科学不单单是一条条零散的确证的知识，而且不单单是一系列得到这种知识的逻辑方法。从这一角度看，科学首先是一种特殊的思想和行为，在不同历史时期的社会中，人们实现这种思想和行为的方式和程度也不同。我们经常认为我们自己的社会和我们自己的科学是不成问题的，好像它们现在的这种形式就是普遍的。我们没有看到，其他社会对待理性的思想和活动——这是科学的本质所在——的方式是相当不同的；我们没有看到，我们自己对科学的巨大支持在历史上是独一无

个由各部分肢体组成的人工制造的角色最初出现于雪莱夫人写的《弗兰肯斯坦》（又名《当代普罗米修斯》）一书中。在书中，弗兰肯斯坦是一个专攻神秘技术的瑞士学生，他造出了这个怪物，而最终却被他所造的这个怪物杀死。——译者注

二的。

通过把科学做为一种社会活动进行系统的研究，我们也许能领会科学与社会其他部分的确定的联系，例如，与政治权威，与职业体系，与社会等级分层的结构，以及与文化理想和价值。而且，因为这些政治的、职业的、社会等级和文化的体系在不同的社会之间是不一样的，所以我们可以看到，某些社会——特别是我们自己的社会——比其他一些社会与科学相容得多，我们还可以找出这种各不相同的相容性的社会根源。例如，我们可以看到，一个社会中某些巨大的和错综复杂的变化，如发生在革命、战争或经济萧条期间的那些变化，怎样影响着科学成长的速度和方向这两个方面。

这种社会的研究角度使我们还有可能进一步深化我们对科学活动的理解。我们将看到，科学在不同的社会中是在不同种类的社会组织中进行的。在我们的社会中，科学几乎全部是在大学和学院、在工业和商业界以及在政府团体中进行的。在希腊社会中，从事科学的社会场所又有不同。每一个不同类型的社会组织对科学扮演着不同的功能，并且带来各自特有的问题。分析科学活动的这几种社会背景，将会给我们提供一种对科学本质的更好的理解。

再进一步，当我们持此观点把科学视为一种社会活动时，我们可以看到，科学成果——科学的发明与发现——怎样是一种具有基本的社会特征的过程的产物。按照视科学为一种不折不扣的社会活动来解释，这里有一些必须提出并给予回答的问题：需要是否像常常断言的那样为发明之母吗？社会怎样定义“需要”呢？发明是偶然出现的吗？是成串出现的吗？在发现的过程中，个人和社会之间的关系是什么？

最后，把科学视为一种社会活动，可以把我们的注意力更富有成效地引导到科学的一些"社会问题"上，引导到科学的社会控制问题上。科学不仅部分地依赖于支持它的社会，而且也部分地独立于社会。这仅仅是说，科学有社会影响，这是现在人人都知道并且不能视而不见的。这里仅提一下这其中的几种影响：科学使经济结构发生变化，科学似乎对已有的宗教提出了挑战，以及科学使家庭和共同体成员之间的关系发生了震动。由于这些以及其他的社会影响的结果，我们产生了一些复杂的感觉；因为我们认为，这些影响中有些是好的，有些是坏的，我们对科学的态度变得混乱，或者暧昧了。这样，科学家们被要求为其思想和活动做出说明。的确，科学家和门外汉都在严肃地讨论"科学的社会责任"。一些讨论这一问题的人提到，应该对科学进行"计划"，其中有一些是科学家，有一些是门外汉；与此相反，在两个阵营都有另一些人强烈反对"计划"。我们需要知道，科学做为一种社会活动在什么意义上能够被"计划"，在什么程度上不能被"计划"。

那么，这就是我们将要采取的研究科学的角度，这些问题中的一些正是我们打算提出并试探性地作出回答的问题。我们的任务是，通过把这种社会学的分析——当它用于分析许多其他种类的社会活动时，已证明硕果累累——应用到对科学的研究之中，以更好地理解科学。当然，这不是一个我们必须从头做起的任务。许多科学家和科学史学家已经或明或暗地注意到，科学是一种社会活动。他们的考察与分析的结果是可以随意利用的，并且已经在本研究中到处得到了利用。在此基础上我们希望建立的是一种完全明确和系统的对科学的社会学分析，借助现有的一般社会科学和现有的关于科学的实际知识，做到这一

点现在是可能的。这里建立的理解结构，如果能用来做为该领域社会学研究的进一步进展的基础，做为一种处理科学在社会中的实际社会问题的工具的话，它也就达到了其目的。

第一章　科学的本质：理性在人类社会中的位置

人类经常梦想着，但实际上从未生活在伊甸园之中。这就是人类境况的根本之所在，即人不是生活在一个顺从的而是在一个抵抗的环境之中，生活在一个他必须不断努力加以控制的环境之中，如果他不能完全主宰环境的话。人的物质和社会情况总是向他提出任务，他必须设法有效地采取达到目的的手段。因为如果必须付出"努力"以应付环境是人的境况所固有的话，那么只有有限的精力来作这种一般努力也是人类固有的本性。因此无论何时何地，人类都必须有效并且经济地作出一些这种努力。

由于需要节省精力，需要采取有效达到目的的方法，人总是必不可少地求助于他的理性的力量，求助于他关于其环境的某些知识的力量。在下一章中，我们将给出这一事实的历史证据，它来自形形色色的、广泛分布于不同空间和时间的社会。这里，承认人类理性的普遍性，稍微更仔细地考察一下人类理性的特征，并且表明它与科学的联系，这就足够了。因为这是我们整个研究的基本出发点：在人类社会中，科学的幼芽扎根于人类那根深蒂固的、永不停息的尝试之中，试图靠运用理性的思考和活动来理解和支配他生活在其中的这个世界。我想，珀西·布里奇曼（Percy Bridgman）教授——获得诺贝尔奖金的物理学

家——说“我想说不存在科学方法本身，而只有自由地、最大可能地利用智力”[1]时，他是在提出几乎同样的观点。当然，我们将看到，在理性和智慧成为我们所熟悉的高度发达的科学之前，它们是怎样必须经过训练的，但是，首先理解科学这种基本的人类来源是根本的。

那么，让我们更仔细地看一看我们所谓的人类理性意味着什么。在其最一般的意义上，我们所谓的“理性思维”简单地是指任何与亚里士多德逻辑原则、或在某种情况下与现代的非亚里士多德逻辑原则相容的思维。[2]例如，我们的意思是，理性思维使非同一性事物保持分立（A不能既是A又是非A），而且接下来的就是对事物之间的联系进行演绎推理的过程。以这种方式进行思考也许就是合乎理性的，不管利用这种方式的人是否明确地意识到这些逻辑原则。因此，在亚里士多德对这些规则做出了卓越的正式阐述以前很久，就存在理性思维，推理的逻辑规则在其中是隐含的和有效的。而且，自亚里士多德以来乃至今天，许多理性思维在并没有自觉地运用形式化的逻辑规则的情况下向前推进。无论他们是明确地利用逻辑还是仅仅隐含地利用逻辑，所有的人都多少具有进行理性思维和活动的潜在能力，并且把它们用在其日常生活中。

应该明确，我们的定义不包括某些种类的有时也被贴上“理性”标签的思维。我们仅仅包括那些遵守逻辑规则的思维，而不

1 P·W·布里奇曼：“科学方法在多大程度上决定科学发现的手段？”《社会科学》（Social Science），22（1947），第206页。也可参见布里奇曼：《一位物理学家的反省》（Reflection of a Physicist New York: Philosophical Library，1950）。

2 安那托·拉普波特（Anatol Rapoport），《科学与人的目标》（Science and the Goals of Man, New York: Harper & Bros.，1950）。

包括那些与其他种类的规范与联系原则相一致的思维。这样，我们就排除了因为遵循一定的道德规范或一定的审美规范而被称为“合乎理性”的那种思维。这些美的、体验的和伦理的原则就其彼此之间一贯的关系而言可能确实是“合乎理性”的，但是，这是另外一种意义，而不是这里所指的意义。我们之所以提及这些其他的联系原则，是因为这些原则像逻辑原则一样不仅出现在我们自己的社会之中，而且出现在所有其他的社会之中，尽管它们在实质上当然是有变化的。在所有社会中，这几种类型的联系必须保持相互分离，而且在我们自己的社会中，逻辑原则和科学理性的力量也许是非常引人注目的，以至我们不断地试图把两者扩展到那些其他的联系规范流行的领域中去。也许这正是由于科学给我们的印象如此之深以至我们有时谈论“合乎理性的艺术”和“科学的伦理学”。总之，我们现在在这里仅仅对由逻辑规范定义的理性感兴趣，因为科学正是肇始于此。

接下来我们必须认识到，逻辑合理性与科学并没有一对一的关系，逻辑合理性因而也是除科学之外的许多其他事物的源泉。这就是说，我们定义的理性思维，可能被应用于发生在社会之中的不同种类的目标，而科学仅当理性思维被应用在这些种类的人类目的中的某一个时才存在。当人们谈论上帝的存在或魔鬼的本质时，这不是科学，尽管他们对这些问题的讨论可能几乎自始至终是以完全合乎理性的、与逻辑规则相一致的方式进行的。只有当理性思维被应用于我们可称之为“经验的”目的——即对于我们的几种感官、或对于以科学仪器的形式加以改进发展的感官来说，是可以达到的客体——时，科学才存在。在社会中，广泛存在着这类经验目的，这一点是显然的。在每个社会中，非常大量的这种目的在我们所指的像“支配自然”那样

的一般经验目标上汇合起来。实现对自然的充分控制，使农业和工业成为可靠的事业，这正是每个社会的一种经验目标。因此，在人们依照逻辑规则花费其精力从事这些活动这一意义上，科学可以应用于工业和农业。总之，科学必须既是理性的又是经验的。

为其他种类的目标下定义超出了我们现在讨论的范围，这些目标是非经验的，而非相反，对它们我们能够并且确实利用理性思维来达到，但却无法通过我们的感官及其仪器的延伸来达到。我们需要注意的无非是这样一些目的经常在社会中发生；简言之，就是总存在着与像拯救、善与恶、公正诸如此类的事情有联系的社会思想。的确，如同任何一位阅读任何社会的伟大宗教思想家之著作的人都会发现的那样，在这些事情中，逻辑思维的应用已经达到了非常高的发展水平。在西方社会中，中世纪经院哲学和神学，仅仅是这种非经验理性发展的一个引人注目的例证。

这样，在所有社会中，理性思维被应用于两种目的，既有经验的也有非经验的。但是，在不同的社会之间，对这两种不同目的感兴趣的程度具有广泛的差异，这是一个非常重要的事实。我们将在下一章研究这种差异性。例如，我们将发现，我们自己的现代西方社会对经验目的的关心程度之大是独一无二的，尽管远不是排他性的，就像我们的社会对非经验目的没有这种关心一样。印度社会就没有类似的这种对经验目的的相对较强的强调，与现代西方社会相比，它对非经验目的一直有相对较大的兴趣。

当然，对这两类目的中任何一类的理性思维，并非不影响对另一类的理性思维。因此，尽管科学的确是从理性思维应用

于经验目的之中直接派生出来的，但是关于非经验目的的理性思维的发展与科学的演变一直有着一种间接的联系。例如，宗教理性主义为在理性思考中提供的技能，后来常常被转移到经验目的上。按照这种观点，科学是由希腊和中世纪西方社会在对非经验问题作理性思考时所形成的技能的伟大成就的间接后嗣。

我们现在似乎已经在经验的和非经验的目的之间划出了一条普遍的、固定的和鲜明的界限。这样的界限是不存在的。把哪一种目的定义为经验的，这在社会与社会之间是稍微有点不同的。例如，在我们的社会中，许多生物科学及其在医学上的应用所涉及的人类目的被认为是经验的，而在其他社会中则不这样认为。这就是说，我们认为健康状况不良是应用诊断与治疗之科学技术的合适对象。在许多其他的社会中，我们认为是病的许多疾病，一直被假设为是触怒某些超自然的、非经验力量的结果，因此完全不是医疗之经验技术的正当对象。科学的范围随着公认的经验领域的不同而不同。而且，公认的经验领域的重要范围不仅在不同社会是不同的，而且这种领域的规模在任何既定的社会内部是随历史而变化的。即使在我们自己的社会中，肉体及精神健康的问题也只是慢慢地愈来愈进入经验的领地。社会问题在最近获得了经验的地位，让我们仅举一例，即只是在最近，我们才开始把酒精中毒部分地看做是一种科学的事情而不完全是一种犯罪的事情。

然而，说经验领域在不同的社会和不同的时间稍微有些不同，并不是断言社会中所有的非经验问题都可能化约为经验的问题。某些经验主义哲学家的极端看法，确实一直认为这样一种化约是可能的。对于我们中的某些人来说，近来的历史进程

似乎正在证实这些哲学家的看法，非经验领域不断地通过科学被化约。由于已经稳步地进入了某些以前被认为是非经验的领域，我们中的某些人假定，最终只有科学会依然存在，而非经验的问题就消失了。但是，这种观点即使对于许多以前持此看法的人来说也开始变得似乎站不住脚了，的确，新近在社会科学中已经有了一种重要的发展，它坚持完全相反的立场。[3] 新近的假设是：由社会价值、宗教观念和社会意识形态所表达的非经验的存在，确实相当肯定地具有一种必要的和独立的地位。当然，它们受科学思想的影响，正如它们反过来也影响科学思想一样，就像我们将要看到的那样，例如，我们将讨论宗教观念对近代科学之兴起的影响。但是，它们有其自主的疆域，它们今天没有完全化约为彻底的经验科学，最终也不会如此，正因如此，所以科学绝不可能单独地为人提供一种对于自然世界和社会的完全的顺应。我们将有许多机会看到科学依赖于某些基本的、非经验的社会价值和世界观。然而，有一些经验主义哲学家依然相信，科学对于人类适应环境是完全充分的，在我们关于科学之社会后果的讨论中，我们将不得不再一次考虑这一谬论。

在我们的讨论中，我们一直关注着把科学的起源置于经验理性之中。但是，除起源之外还有其他的一些问题；还有一些相对发展的问题。并非所有确证的关于经验结果的理性思想都具有同样的发展程度；在现代西方世界中，并非所有这样的思想都是如我们所知的科学。虽然基于我们可以称呼的“常识”和经验知识，任何已知的社会都肯定具有相当多的关于其经验环境的理性思想，但是并非所有社会都有存在于我们社会的这种高度

3 塔尔科特·帕森斯(Talcott Parsons)，《社会行动的结构》(The Structure of Social Action, New York: McGraw-Hill Book Co., 1937)。

发达的科学理论。在社会中，经验理性的形式有许多种，就是说，这些形式是通过历史的进程逐渐形成的。一些相对不发达的形式(我们可以考虑相对不发达的科学)，受制于特殊的经验环境和相当特别的经验目的。这样一种科学“并不与手工艺相脱离”；它是粗浅常识的理性；它不是概括的或系统的。例如，它是一种医疗的知识，就像在许多无文字社会中存在的那样，不是一种高度概括化的医学和生物学科学，就像做为现代医疗之基础的形式那样。相反，相对高度发达的经验理性形式，就像构成近代科学之基本原则的那些东西，是极其概括化和系统化的系列观念。这样的科学是从大量的特殊情境中抽象出来的。例如，牛顿或爱因斯坦关于整个宇宙的理论，就是表达在少数几个一般的观念之中，他们的理论不是一种天气预报的技艺或占星术的经验知识。虽然如此，不太发达的和较发达的科学之形式有着共同的起源，而且后者是从前者逐渐演化而成的。在下一章中，我们将追溯科学发展之历史进程的某些细节，也试图表明不同的社会因素怎样直接并间接地影响了这一进程。但是，在从事这一工作之前，我们必须要比以前更详细地考虑高度发达的科学的本质。这里我们提出一系列问题，理解这些问题对于我们分析科学的社会方面是基本的准备。

哈佛的康南特校长(他是一名化学家)近来描述了那些高度概括化和系统化的观念系列对于所有科学的基本作用，我们刚刚说过，这些观念是高度发达的近代科学的心脏。[4] 他称这些观念为“概念框架”。我们现在想论及的正是概念框架的本质及其

---

4 康南特(J. B. Conant)，《论理解科学》(On Understanding Science, New Haven: Yale University Press, 1947)，以及J·B·康南特，《科学与常识》(Science and Common Sense, New Haven: Yale University Press, 1951)。

与诸如实验、数学和“常识”这样的事物的关系。

在一个正式的定义中，概念框架或许可以被说成是经验关系之抽象命题的或多或少的一般体系，这些命题阐明经验现象在哪种决定条件下是彼此相联的。“彼此相联”意味着既保持不变又发生变化。科学已经做到这一点，即只要知道在哪些条件下事情发生变化，也就能轻而易举地解释这些事情为什么不变化。如果没有适当的概念框架，科学研究要么是盲目的，要么是毫无成效的。康南特校长以来自科学史的例证，特别是十七和十八世纪的例证，显示了关于科学的这一基本事实。例如，照他的说法，亚里士多德和伽利略可能同真空理论和空气泵没有关系，因为他们持有“自然憎恶真空”这种不正确的观点；托里拆利和罗伯特·波义耳则与此有关，当时他们基于空气是重的和空气是一种弹性介质的观念，对同一种现象设计了一种更为恰当的概念框架。与此类似，拉瓦锡在十八世纪为近代化学奠定了最重要的基础之一，当时他抛弃了解释燃烧过程的古老的燃素说，代之以一种关于氧化和还原的更适当的概念框架。从科学史中可以成倍地举出进一步的例证。的确，科学史，特别是近代科学（因为其迅疾的进步速率）的历史，可以根据概念框架之成功的更大的发展和科学中经验程度的更大的相应削弱而撰写。康南特校长在总结时说道，好的概念框架是所有科学之基本的渐增要素。

不仅是由于思想之适当性，而且也由于其简洁和优雅，在任何既定时期，理想的概念框架都具有最大的概括性，也就是说，在这种理想的概念框架中，抽象的、一般的命题据以阐明的概念范畴或变量的数量是很少的。在科学中，物理科学已经获得这种框架的最理想的形式，例如，在牛顿的概念框架之中，它是根

据这样一些极为少量和一般的变量(如质量、力、运动)而构造的。在同样的科学中，爱因斯坦和量子力学对牛顿理论的再构造似乎是更为普遍的概念框架。不幸的是，并非所有科学的概念框架都处处像物理科学中的概念框架那样普遍和系统，尽管这些科学所实现的是所有其他科学所努力追求的理想。至少其他的自然科学之一，例如生物学，还没有取得像物理科学那样的具有非常高的普遍性的概念框架。因此它做为一门科学还不充分。至于社会科学，它们似乎依然处在相当经验的状况之中，如果说有什么普遍的概念框架在这些领域的专业工作者之中被广泛接受的话，那也是很少的。在讨论社会科学的本质和性质时，我们将更多地谈到这一点。

对于概念框架在科学中基本作用的理解，可以说明已经引起了许多科学史学生注意的一个确定的悖论。这个悖论就是：平平常常的头脑，甚至是在学校期间未受良好训练的头脑，经常发现他们很容易理解那些使若干世纪的某些最伟大的科学才智的头脑感到困惑的事情。[5] 初等物理学教师发现，向高年级学生传授那些事情并不费劲；对于任何人似乎都是明显的和自然的看待宇宙的方式，例如，考虑自由落体运动的方式，使这样一些伟大的才智窘困，如列奥纳多·达·芬奇，甚至伽利略，就像巴特菲尔德所说的，当时"他们的头脑正在人类思想的前沿为这些问题而深思"。[6]在概念框架被提出并且被接受之后，它们总是显得令人不可置信的简单。当然，这也是一种根本的优点，因为如

5 J·B·康南特的《论理解科学》提到了这个悖论，也可参见赫伯特·巴特菲尔德，《近代科学的起源：1300—1800》(The Origins of Modern Science 1300—1800, New York: The Macmillan Co., 1950)，在这里我更加密切地遵循他的解释。

6 H·巴特菲尔德，《起源》。

果不这样，它们就不会为它们的后继者提供可以在其上构建理论体系的基础。

尽管它们都发挥某些共同的和基本的作用，但在类型以及在概括性和系统性上，概念框架也可以是多种多样的。也许"类型"意指比实际存在更大的差别，而某些差别必须予以注意。基本的差别大概在于精确性或确定性的程度，正是利用这种精确性或确定性，才能作出关系性的陈述。比如，在物理科学与生物科学的概念框架之间就有这种差别。在物理科学中，更高程度的精确性和确定性之所以是可能的，是因为物理科学之一般的抽象变量——像质量和力——所涉及的经验数据，都可以以精确的测量方法被安排在这些变量之中。这些数据组成真正的数学组，遵循技术逻辑标准，例如可转递性，等等。[7] 因此，对于任何一个既定的具体系统，当把物理科学的概念框架运用于它时，就可以列出一个精确的微分方程系统。这些方程既刻划了系统的现状，也使得导出关于该系统的任何一部分由于该系统的任何其他部分的微小变化而将经历变化的确定性陈述因素成为可能。让我们举一个也许是陈旧但却是明显的例子，波义耳的气体定律就是关于这种在具体体系（涉及压力、体积和温度）中变化之精确陈述的一个简单的例证。一个类似的但却为科学界的新手很不熟悉的例子，可能就是像热力学第二定律的某种事情，这个定律陈述道：当自由的辐射能量转换和热转导发生在两个温度不同的物体之间的时候，总是较热的一个失去能量而较冷的一个获得能量。

虽然在我们之中的许多外行可能会持相反的观点，但是像

7 约翰森 H.M.Johnson)，"精神与社会科学中的伪数学"，《美国心理学杂志》(American Journal of Psychology)，XLVIII(1936)，第 342—351 页。

这种程度的概括性、严密性和确定性在生物科学中仍然是不可能的。生物学的分析不按微分方程来进行，而大部分是结构功能分析法。也就是说，生物学依然只能满足于首先描述其具体体系的结构成分，然后再描述体系之过程的功能。生物学做到这一点，是通过阐明这些过程对于维持系统结构之稳定性和恒定性的作用来达到的。例如，为了使人的有机体可以维持生理学家W·B·坎农所谓的“机体平衡”，或者有机体结构的恒定性，对细胞的氧气供应必须得到维持。这就是说，在人的机体的其他各种功能之中，呼吸和循环过程的功能是维持这种至关重要的氧气供应。然而，这种功能的过程不能以任何非常严密的测量形式而得到描述，就像人们可以在坎农的迷人的《躯体的智慧》一书读到的那样。[8] 他阐述道，这一点对于机体系统所需的许多其他的功能也同样是正确的。再举几个其他的例子，对于必须把血液中的盐分、血糖水平和机体的温度恒定在一定的不精确的限度之内，这一点也同样如此。结果，就像生物化学研究基金会主任埃利斯·麦克唐纳(Ellice McDonald)所说，“生物学研究整体来说是建立在实验与错误的基础之上。”[9] 我们可以以只是稍微有些夸张的方式提出：相对于物理科学，生物学依然处在一种经验主义的状况之中。

尽管它相对缺乏测量的精确性和确定性——当然，看到这是一种相对的缺乏是重要的——，但生物学仍然是一门受到尊重的科学，它在医学和其他技术中具有巨大的有益应用的领域。

---

8 坎农（W.B. Cannon),《躯体的智慧》(The Wisdom of the Body, New York: W. W. Norton, 1932)。商务印书馆有此书的中译本(译者注)。

9 埃利斯·麦克唐纳,《研究及其组织》(Research and Its Organization, Newark, Delaware: Biochemical Research Foundation, n. d. (c. 1950))。

认识到如果没有与物理科学等同的形式，理性知识也可以得到相当高度的发展，对于理解科学的某些分支，以及对于这些分支未来的进步，是重要的。持相反的观点是一种错误，这种错误甚至对某些科学家来说也不是无缘的。[10]

我们前面对于概念框架之类型的讨论，当然不应该被认为是意指数学的应用无论以什么方式都是物理科学与生物科学以及其他科学之间的基本差别所在。只要可能，其他的科学也试图把它们的数据按测量的系列排列，但这经常是不大可能的。的确，即使在生物学研究中，有时也有人断定在利用了数学之后就会有毫无结果的滥用。定量化的压力来自物理科学之数学形式对于许多科学家所具有的较高声望。但是坎农教授做出结论，只要存在无法应用数学的许多重要的调查研究领域，"这样一种智力上的附庸风雅"就不是无可非议的。他说，"生物学家不应该因为他的研究有时在方法上不是定量的就遭到轻视。"[11]著名的物理化学家刘易斯(G. N. Lewis)宣称，"对于以测量（它只不过是一种手段）或者以任何会把达尔文、巴斯德或凯库勒排除在外的科学家定义来确认科学的企图，我无法忍受。"[12]就此三人而言，坎农会加上这样一些其工作不依赖于测量的其他伟大科学家，例如哈维、魏尔肖、巴甫洛夫和查尔斯·谢灵顿爵士。因此，数学的利用不是概念框架之存在和高度发达的科学的唯一标志。这也是某些社会科学家应该接受的教训，因为他们在研

---

10 安瑟尼·斯坦登(Anthony Standen)，《科学是神圣的母牛》(Science is a Sacred Cow, New York: E. P. Dutton and Co., 1950)。

11 W·B·坎农，《一位研究者的道路》(The Way of an Investigator, New York: W. W. Norton, 1945)，第35页。

12 引自同上，第36页。

究中经常不惜一切代价来寻求定量化，哪怕是与科学有关的代价。测量的精密和确定性是理想，所有科学都可以心向往之；可是，它们不是科学之有用性的标记。

由于对这一点存在一些混乱，更加概括地阐述数学与科学的关系的本质，似乎是必需的。数学有时被称为“唯一真正的科学”。但是，虽然数学是理性思维和逻辑思维的精髓，尽管它与科学有紧密的联系，但是数学毕竟不是实在的科学。相反，它是一种语言，一种逻辑，概念之间关系的逻辑，一种极其有用的和精确的语言，它使得许多科学领域中的巨大进步成为可能，但它不应被误解为科学理论。的确，在物理学中，有如此之多的理论被数学术语弄得面目全非，以致它有时似乎只是数学而没有别的什么东西。但是，除了数学表达的如此精确的概念之间的关系以外，物理学还有它们自己的实实在在的概念：质量、能量，等等。就像非亚里士多德语义哲学所表达的那样，数学是一种关系的语言，不是分类和确认的语言。亚里士多德逻辑和符号逻辑是关系的语言，数学以同样的方式也是一种关系的语言。总之，它本身对于科学是极其有用的，但是不能与科学的概念框架混淆。这些概念框架的构建本身是一项非常困难的工作，当我们讨论想像力在科学发现过程中的作用时，我们将更多地谈到这项工作。

实验在科学中的性质和作用，像数学一样，有时也遭到误解。人们常常认为，实验是近代科学所独有的，它只是在近三百年以来才存在。现在实验技术之范围和精巧严密是近代科学所独有的，但是实验的逻辑甚至是实践却并非如此。所有理性思维都暗含着比较似与非似的案例，随后在这一比较的基础上安排因果次序或功能关系。在这个重要的意义上，实验是同理性

的经验思维同样古老的，因而是与人类共存的。确定的受控实验之设计，只是某种事物之高度发达的现代形式，这种事物在以前至少是隐含地、有时是明确地得到了利用。近代科学在界定并分离“具体的”现象体系上取得了引人注目的成功，这些体系是与构成其概念框架的抽象观念体系严密一致的。就像H·列维教授指出的那样，这种体系的分离对于科学是非常重要的。[13] 一旦一个体系被分离，其某一部分受控的变化对该体系其他部分的影响就可以弄清楚。实验就是以这种方式揭示了在概念框架中几个变量的影响，我们称此受控变化的过程为比较似与非似的案例。[14]

至于对于许多物理科学来说情况就是这样，但受控实验在生物科学中就几乎没有这样大的可能性。或许这就是巴斯德的传记作者、生物学家莱恩·杜波斯(René Dubos)为什么怀疑实验之尚未证实的力量的原因。他说：“对于某些人(包括巴斯德)会使我们相信的纯粹的和永恒的事实，实验方法并不是不会犯错误的揭示者。”[15] 直到现在，受控实验在社会科学中一直是相当罕见的，这一点简直没有必要说。这些科学主要是求助于比较似与非似之案例的逻辑，不幸的是，所有这些比较都是非常不受控的。

对于实验在科学中的重要意义，特别是它在与概念框架相比较时的重要意义，有某种流行的夸大，杜波斯对于实验方法所

---

13 列维(H. Levy)，《科学的整体》(The Universe of Science, New York: The Century Co., 1933)。

14 J·B·康南特，《论理解科学》，第56页。

15 莱恩·J·杜波斯(René J. Dubos)，《路易·巴斯德：科学的自由之矛》(Louis Pasteur: Free Lance of Science, Boston: Little, Brown and Co., 1950)，第131页。

表达的保留大概部分地是对这种夸大的一种反应。看到一项科学实验，比看到使得概念化遭到忽视的概念化，通常要容易得多。按此观点，科学经常变成一种技术与新发明的事情，只包含极少不同的理性思想。但是，就像我们现在已经看到的那样，实验只有在比较对于由某种概念框架所确定的变量是重要的似与非似案例的时候，才可能具有科学上的重要意义。或者，以另一种方式来说，在每一项出色的实验背后都有一种出色的理论。

巴特菲尔德教授已经注意到在普通的信条中这种对实验之重要性的极度强调，即解释近代科学之兴起的基本变化是实验方法的出现。[16] 这种信条的一例就是我们相信关于伽利略在比萨斜塔上做落体实验这个不足为信的故事。实际上，在这样一种实验——如果它的确曾经发生过的话——的背后，有着重要的新思想，即整个自由落体的新理论。发生在十六和十七世纪的其他重要发现也是如此。在理性思维中，特别是在数学中的极大发展，以及在天文学和力学中的新概念（所有这些，我们将在下一章更多地谈到），为培根勋爵在他的《伟大的复兴》中所不断举荐的实验提供了一种新的指南。巴特菲尔德说，几个世纪以来，实验"一直是一种疯狂的、几乎是不得要领地鼓噪的事情——一种在许多方面与真正的理智进步无关的事情——，有时是科学研究项目中最反复无常和荒谬的部分。"[17] 就像我们将要看到的那样，无论是在中世纪期间，还是在文艺复兴时期，人们都不缺乏发明的技能和独创性，来制造用于实验的技术装置。"然而，直到十七世纪，诉诸实验才越来越平常以及正规化，

---

16 这里，我再一次遵循巴特菲尔德的《起源》，第五章。

17 同上。

并且被纳入正轨，就像一架巨大的机器进入了工作状态。”[18] 近代科学的动力包含在概念化与实验的恰当交织之中。

科学中的实验问题提出了一系列相关的问题，它产生概念框架与通常所谓的在科学工作的“技巧”之间的关系。由于概念框架涉及经验数据，就必须要有观察技巧以搜集这些数据，也必须有其他的技巧以把这些数据整理为合适的概念范畴。然而，概念框架和技巧之间的关系并不简单，虽然这两者存在着必要的相互依赖，也存在着一定程度的独立性。这里又有一个显示科学中的微妙过程的例子。通过演绎，概念框架有时可能会独立地预言数据，这些数据要么是可获得的技术不能观察到的，要么至少是仍未观察到的。在把 1949 年诺贝尔物理学奖金授予日本科学家汤川秀树这件事之中，我们看到了最近的这种例证。在 1935 年，汤川秀树完全靠物理学概念框架（就像我们说过的那样，这种框架现在很多都是以数学术语来表述）的推演，宣告了一种粒子的存在，即为人所知的“介子”。这种亚原子粒子是靠观察它在一直追踪它的照相感光板上的踪迹被发现的，它在当代物理学中成了大量研究的中心。注意：恰恰是概念推演的存在才导致了关注验证这个发现的技术。

然而，在相反的情况下，获得的观察与整理技术可能会搜集到与最近的概念框架不符合的数据。确实，这在科学中随时都在发生。当我们讨论科学中“易于做出偶然发现的机遇”的现象或者出乎预料的发现的偶然出现时，我们将给出许多这种例证。有时这些古怪的数据虽然暂时未被概念框架所吸收，但是它们经常立即刺激此概念框架发生有价值的重建。这是科学进步的

18　这里，我再一次遵循巴特菲尔德的《起源》，第五章。

一条重要途径。在十九世纪末，许多科学观察与牛顿的概念框架不能相符。爱因斯坦理论的巨大优点就在于吸收了这些以前得不到解释的观察数据。

这样，我们又一次看到科学不只是大量"事实"的集合。相反，它是根据某种概念框架的事实的集合与排列，这种框架在其应用过程中或者技术的使用导致新的事实时，总是受制于重建。概念框架和技术大概从未完美地整合过，这经常是由于在许多事实与概念框架之间出现了不符。当然，我们用"许多"所指的是这些事实适合那些曾具有较大普遍性和系统性的概念框架的构建。康南特校长在他关于他所谓的"科学之战术与战略的某些原则"的讨论中，为我们详细考察了概念框架与我们刚刚谈论的技术之间的关系种类。[19] 这个问题已经触及了所有领域的科学进步的核心。

或许我们现在就可以清楚地意识到，基于高度普遍性的概念框架之上的高度发达的科学，本质上是一种动态事业。无止境地改进概念框架，把动力因素引入到科学活动之核心。人类理性以这种方式承担着未尽的动力来改变天地，因为在概念框架上或早或迟的变化造成在日常生活和日常技术上的变化。维布伦曾经说过："任何认真的研究的结果，只可能是在以前有一个问题的地方逐渐出现两个问题。"[20] 这是科学的一个特征，是科学具有一种动态的品质，现代人不仅必须学习之，而且必须学着承认之。因为这是科学之未尽的社会影响的来源。以后当我

---

19 J·B·康南特，《论理解科学》和《科学与常识》。

20 特霍斯坦·维布伦(Thorstein Veblen)，"科学观的演化"，载《科学在现代文明中的地位及其他随笔》(The Place of Science in Modern Civilization and Other Essays，New York: The Viking Press, 1919)。

们讨论这些社会影响时，我们将更多地谈到这一点。

关于科学本质的最后一个问题，是科学的概念框架与通常所称为“常识”的信仰与知识整体之间的关系问题。我们将在下一章看到，任何人类社会最少也有一种理性经验知识或者相对不发达的科学的集合。这种知识——我们也许可以把它认为是“初期科学”，更成熟的科学也许可以从中而成长——构成了通常所认为的常识的一大部分，并且对行动提供相当有效的指导。但是，尽管所有的知识是基于某种隐含的、特殊化的抽象，但关于这种经验知识之有效性的局限现在也应该是显然的了。常识在某种程度上不是概括化的和系统的知识，像高度发达的科学的概念框架那样，所以它不是可靠的知识，或者如同我们可以稍微更专业性地评价的那样，它不是确定的知识。就是说，相对而论，常识不知道在哪些确定的条件下它关于事实和事实之间关系的断言实际上会发生。当这些未知的条件变化时，事实将发生变化，而没有对这些条件有确定理解的常识则对进一步的行动给不出令人满意的指南。常识之不可靠性，常识在面对它不能描述的、条件发生变化时的矛盾性，或许在常识之言论和格言中大量的不一致和矛盾之中最有可能看到。常识总是而且依然是无数谬误、欺骗和误解之集合体的继承者，这一点可以在伯根·伊万斯教授的《废话的自然史》一书中得到检验。[21]从这个角度来看，就像赫胥黎所说过的，科学不只是“有条理的常识”。这就是说，科学不具有常识的局限性。当然，如果人们把赫胥黎的意见当作意指我们所主张的某些其他东西，即常识和科学在人类理性中具有部分共同的起源，那么赫胥黎的评价是对的。

---

21 伯根·伊万斯（Bergen Evans），《废话的自然史》(The Natural History of Nonsense, New York: A. A. Knopf, 1946)。

我们可以说，任何社会在其经验知识的确定性上都有一定的范围。哪里只有经验的知识，哪里的常识之理性知识将只包含相对窄小范围的确定性。但是，哪里有高度发达的科学，哪里的确定性范围将大得多，从常识到科学本身都是如此。这就是在我们社会中的情境。确实，在我们的社会中，承认科学知识所具有的较大确定性，已经相当广泛地成为常识的一部分了。这对于科学的进一步发展，当然是一种很好的条件。然而，常识也许部分地同科学对立，而且非常强烈地使之逆转也许是不可能的。以后当我们讨论存在于我们社会中反科学的来源时，我们将考察之。

即使是在常识承认科学之优越性的地方，也可能只对科学具有的较大的可靠性有一种含糊的理解。科学的概念框架现在是非常高度专门化的观念系统，只有那些在有关领域接受长期训练的专业人员才可得到。就未受过训练的外行人理解这些观念而言，他抓住的只是某些基本思想，而不是完整的专业综合性。因此，只有关于爱因斯坦相对论意义的最含糊的观念，才可能建立在常识的基础之上。的确，我们中的大多数对该理论甚至连一种含糊的理解都没有，而只是以许多牛顿时代的人的方式感到爱因斯坦的新的和明显荒诞的观念似乎与常识相冲突。牛顿的理论是基于对他的同代人来说最不可能的假设。[22] 在远处作用的力的观念很不同于直接推动的观念，而我们的直觉和常识对力的理解正是以后一种观念为基础的。当然，在牛顿的情况中，概念框架与常识以某种方式是逐渐相调和的。“以后，一代人或如此之多的人设法使他们自己确信在一定距离的作用是

22 S·利莱，“相对之常识”，《发现》(Discorery)，March,1949，第74页。

一种合理的和令人称心如意的思想。"[23] 至少，概念框架和常识很少彼此相困扰。最后，这一点对于今天的我们是确实的，即牛顿的观念逐渐被认为在直觉上是显然的，是常识了。就像马赫（Mach）已经指出的，"不平常的不可理解性已经变成了平常的不可理解性。"[24]

就新的爱因斯坦的概念框架而言，同样的过程似乎在重现。爱因斯坦关于物质世界之基本原则的断言与我们的牛顿式常识相冲突，其方式同牛顿的机械论观点曾经与更早的中世纪常识的有机论观点相冲突的方式一样。"那些自然地或在直觉上根据一个弯曲的宇宙（其几何学的性质取代了万有引力）来思考的人，如果有，也可能是非常少的。"[25] 幸运的是，尽管它们在其他方面是伟大的，但是在我们关于空间、时间和运动的常识与现代物理学所引出的观念之间的偏差，就我们所关心的日常生活而言，小得可以忽略。在乔治·伽莫夫（George Gamow）之令人喜爱的书《汤普金斯先生在仙境》中，人们对于稀奇古怪的平凡生活会是怎样（如果这并非如此的话）可能有一点了解。汤普金斯先生的梦境——现代物理学的新观念得到了认识——可能只是一些梦想，而不是日常的现实。[26]

---

23 S·利莱，"相对之常识"，《发现》（Discorery），March，1949，第74页。

24 亚历山大·克莱伊（Alexander Koyré），"牛顿之集成的重要意义"，《国际科学史档案》，29（1950），第304页。

25 S·利莱，"常识"，第74页脚注。

26 乔治·伽莫夫，《汤普金斯先生在仙境》（Mr. Tompkins in Wonderland, New York: The Macmillan Co., 1940）。关于现代物理学与常识之间的关系，也可参见布里奇曼（P. W. Bridgman），"科学家的信念"，《原子科学家通报》（Bulletin of the Atomic Scientists），5（1949），第6—7；以及菲利普·弗兰克（Philipp Frank），"逻辑与形而上学在现代科学进步中的地位"，《科学哲学》（Philosophy of Science），15（1948），第277页。

当然，在科学中，并非所有的新概念框架都如同牛顿与爱因斯坦的概念框架那样是革命性的。这种伟大的科学综合不会发生得非常频繁。然而，在科学之专业的概念框架和我们日常的常识之间，存在着一种连续不断的、也许是在扩大的裂隙。这种裂隙对于科学家和门外汉都具有相似的社会影响，就像我们将在后面看到的那样。但是，重申一下，这样一种裂隙总的来说为常识所容忍，是科学进步之值得庆幸的条件。之所以如此，既是因为我们对科学在道义上的尊重，也是因为我们确信科学对于解决人类社会之实际问题是非常有益的。

第二章 科学的历史发展：社会对科学进化的影响

在简要地探讨了科学的本质——它在人类理性之中的来源，它在概括与系统化水平上的差异性，它与常识的联系——之后，现在我们要通过追溯科学进化的历史过程来对科学的本质做出某些进一步的发见。当然，这里的讨论只能是一种梗概。科学的历史比我们所想像的要更加悠久和更加丰富得多，而对于我们来说，科学史成为现代的学问只是近四、五十年的事情。虽然有许多许多工作依然有待我们去做，但是到现在为止，我们已经知道了足够多的东西，我们对于我们的人类科学之传统是怎样的古老和精深可以有一些认识了。[1]

我们对科学之历史发展的考虑将强调六个重要的主题，尽管所有这些讨论必定十分简要，但这六个方面的讨论对于理解

---

1 有几部一卷本科学史著作是可以得到的。例如，参见洛伦斯·布拉格爵士等人(Sir Lawrence Bragg, et al.)：《科学史》(The History of Science, Glencoe, Ill.: The Free Press, 1951)；普利芝(H. T. Pledge)：《十六世纪以来的科学》(Science Since 1500, London: H. M. Stationery Office, 1939)；舍伍德·泰勒(F. Sherwood Taylor)：《科学与科学思想简史》(A Short History of Science and Scientific Thought, New York: W. W. Norton & Co., 1949)。还可参见乔治·萨顿(George Sarton)：《科学史与新人文主义》(The History of Science and the New Humanism, Cambridge: Harvard University Press, 1937)，以及乔治·萨顿的《科学的生命》(The Life of Science, New York: Henry Schuman, Inc., 1948)。

科学的社会方面却是基本的。所有这些主题或一致性，在以前对科学本质的分析中都是或明或暗的，而在这里将为之寻找历史的例证。这六个主题是彼此独立的，尽管我们将进一步指出，所有这些主题都是互相关联的：

1. 人类理性的普遍性。

2. 科学演化的连续性。

3. 科学在整个历史上活动与成就水平的变化性。

4. 各种不同的社会影响对科学发展的重要性。

5. 被视为社会要素之一的科学的相对自主性。

6. 科学与其他社会要素之间影响的相互性。

在进行历史的讨论之前，对这六个主题每一个都做一些一般的说明，将有助于澄清它们的含意和内部关系。

对于我们的第一个主题，人类理性的普遍性，除了小结一下我们已经讲过的关于这个主题的话之外，需要再说的也许是最少的。对于所有想在人类对经验理性的一般态度中寻找科学之来源的人，它是基础。对于这一点，我们将自然地注意到这个事实，即科学出现在史前的和古老的社会之中，出现在世界所有部分的所谓“原始的”或无文字的群体之中，出现在古希腊—罗马的、中世纪的和近代的世界之中。

第二个主题，即科学进化的连续性，它存在于近代世界之中。部分是因为直到最近才可避免的历史的无知，部分是因为对于更早期的和其他的社会有一种理性主义的偏见，我们中的许多人觉得，经验的理性和科学都独一无二地是近代的。但是，这些方面，如同其他方面一样，在历史上一直没有过彻底的间断。不仅是某种形式的科学已经存在于所有的社会之中，而且几种形式的科学已经各自在历史的前提上得到了建立。至少在近

三、四千年，甚至超出这个范围，科学进化的记录十分连续地扩展而没有不可逾越的断裂。现在，记录的扩展有时很缓慢，有时又稍微快一些，通过其持续不断的和积累的过程，我们可以追溯科学的源流。这里（无论何处），通过非常详细地考察历史的记录，可以增进我们的理解。我们所有关于历史记录的过于琐碎的知识，过多地组织在关于科学之宏观历史"时期"的描绘之中：古希腊科学、阿拉伯科学、近代科学；我们没有看到这些时期是怎样相联并彼此融合的。我们常常看不到古代近东的科学怎样是古希腊科学的部分基础；看不到古希腊的遗产是怎样由古希腊式的亚历山大人（the Hellenistic Alexandrians）[2]传送到阿拉伯地区，并因此转送到中世纪的欧洲，中世纪欧洲也通过教会直接接受了古代科学；最后，我们也不知道中世纪教会和文艺复兴对古希腊科学的再发现是怎样对近代科学的建立做出了基本的贡献。我们也没有看到，在进化过程中的各个时期对整体所做的附加贡献。科学的成长更多地是通过许多小步骤而不是少数大飞跃进行的，它更多地是像一种缓缓扩大的珊瑚礁，而不是像帕里库廷火山（a Paricutin）[3]那样由剧烈的火山喷发而产生的。

不幸的是，我们将无法勾划出科学成长中连续性的轮廓。但是，如果我们还必须根据大的时期和伟大的运动来进行我们的讨论，那么我们总是要试图说明早期事件与后来事件之间的

2　古希腊式的亚历山大人：亚历山大是埃及开国（公元前332）至公元642年间的都城，现为埃及第二大城市。在公元前334—332年，亚历山大大帝东征西讨，把古希腊文明带到了东方，并在亚历山大形成了一个新的古希腊文化中心。正是亚历山大人把古希腊的文化（包括科学）传播到阿拉伯和欧洲。——译者注

3　帕里库廷火山：墨西哥米却肯州西部的火山。地球上最年轻的火山之一。1943年2月20日喷发，第一年火山锥从海拔二千二百八十米上升了四百五十米，1953年上升到二千八百零八米。——译者注

联系。这种联系总是存在的，即使我们无法谈论它们。以后，当我们描述发现与发明的社会过程时，我们将回到科学进化的连续性这个主题上来，但是那时将采取一种分析的方式，而主要不是历史的方式。到那时，我们将表明每一位科学创新者与那些在他之前去世的科学家们的密切依赖关系。

然而，对科学进化之总体的统一性如此强调，并不是要否认在此过程的细微之处存在某些多样性。在科学历史进程中，并非任何一步都是不可避免地、直接地在前人基础上迈出的。在前进的细节上，一直存在着独立的发展路线，但是在更大的洪流中，这些涓涓细流都汇入一条单独的大渠之中。在科学中，一直存在着重复的独立发现，我们将在以后的讨论中，在一个更适当的地方给出一个重复独立发现的长长的清单，但是从更大的眼界来看，所有这些只是连续的和统一的科学进化的组成部分。当然，随着在人类社会之间交流程度的提高，科学成长的统一性大概也提高了。随着过去的许多社会已经通过交流联系更加紧密地与现在的世界相结合，科学在细微之处以及大的方面都几乎变成了一个统一体。即使在今天，社会之间交流的效果都有提高，但科学之偶然的多样性仍然存在，人们仍然看到重复独立发现之现象的残存。由于交流的政治障碍的增多，这种多样性甚至可能会稍稍增多一些。但是，这决不应该模糊科学之远大的前景，科学在此之中因其基本的本质而成为一种进化的统一体。

我们对科学之总体的进化统一体的理解不应该使我们犯这样一个错误，即认为科学的发展是一件轻而易举的和不可避免的事情。达林顿（C. D. Darlington），一位英国生物学家，说过这种错话："大多数人大概可以想像到科学的进步就像一辆蒸汽压路机，以不折不扣的和不屈不挠的力量一个一个地使问题得

到解决。"[4]但是，较近的对科学史上任何单独的进步的考察，揭示出这种观念是多么谬误。科学总是艰难的，其进化总是"蹒跚的、复杂的、几乎是非理性的。"[5]当我们在以后讨论发现的社会过程时，我们将看到在科学中每迈出新的一步是多么困难，多少新的发现虽然是不可避免的但却需要个人创造性的发挥。总的说来，大的进化连续性依然是存在的。

我们的第三个主题，科学在整个历史上活动与成就水平的变化性，对于我们刚刚讨论过的主题之一是一个补充，而且如果我们想要在我们关于科学进化的观点中保持一种适当的平衡，我们就必须总是联系起来考虑这两个主题。如果只是因为它所表达的一致性一直是具有代表性地得到过分的强调而不是遭到忽视，那么关于第三个主题就没有多少必须说的。对于从经验理性的不存在到其在近代得到高度发展的所有途径，都考虑到了变化性，对这一点一直是过分强调的。现在，我们有了足够的迹象表明，变化性的范围比实际存在的要更加宽广。继续保持的变化性的范围是足够真实的，而且对这一范围的不断认识是有价值的，如果它致使我们探究其来源的话。

这直接把我们带到了第四个主题，各种不同的社会影响对科学发展的重要性。现在，是这样一个主题，即到这一时刻，尤其是在它以这种非常概括的并且是相当含糊的方式被表达出来时，它对我们中的大多数人来说也许似乎是像一种老生常谈。然而，事实上并非总是如此，即使是在相当近期之内也并非如此。

---

4 转引自杰姆斯·R·纽曼(James R. Newman)对巴特菲尔德(H.Butterfield)的《起源》一书的评论，载《科学美国人》(Scientific American)1950年7月号。

5 这是纽曼在上述评论中对巴特菲尔德书中所描绘的图景所加的评论短语，纽曼对这本书大加赞扬。

存在着某种所谓的"纯粹科学"的东西这种观点至少是迟至二十年代才出现的，我们以此来指一种完全未遭社会因素作用所污染的科学，这种观点已被广泛接受。那么，关于科学本质的主导观点，或许在科学家们自己当中并非就是最不主要的。

现在，如果我们对这一事物的观点发生了巨大的变化，那么这种变化不可能如此之多地是一种更伟大的理智理解的结果，尽管我们的确也有这种理解。这种变化大概更多地是由于一系列完整的社会事件，它们自1930年以来纷至沓来，如三十年代世界性的经济大萧条，加上它"对科学的破坏"，我们将在以后谈论之；纳粹德国的兴起，它对"亚利安科学"的鼓吹，以及它对犹太科学家的暴行；第二次世界大战，在原子弹的爆炸中它对科学之急迫的、大规模的应用达到顶点——所有这些社会事件使科学家们，也使我们中所有其余的人，都深切地感到存在着对科学的重要社会影响。"纯粹科学"之陈旧的幻想再也站不住脚了，至少在一度所持的极端形式上再也站不住脚了。在什么意义上我们仍然可以谈论"纯粹科学"，是我们必须推迟一会儿才能讨论的事情。无论如何，人们最好去读一读自三十年代以来科学家们的讲话和著述——例如，英国或美国科学促进协会的年度主席致词——看一看旧观念是怎样消失了的。我们的社会智者在哪里使我们失望，历史就在哪里迫使我们更加充分地理解科学的社会本质。

然而，智者实际上并没有使我们失望，关于科学的社会观点，一段时间内一直是在马克思主义的社会学中有相当明确的阐述。马克思和恩格斯他们自己就曾相当直接并且详细地断言，科学依赖于它存在于其中的社会。这一马克思主义的分析已经由一群德国社会科学家扩展为 *Wissenssoziologie*（即知识社会

学——译者注）或知识社会学的研究，它试图说明，科学以及其他形式的知识是怎样直接地受到社会因素的影响。[6]三十年代初期开始，一群倾向于马克思主义的科学家和学者进行了大量历史研究，企图说明他们经常提到的"科学的社会根源"。在这些研究之中，最值得注意的是本杰明·法林顿(Benjamin Farrington)对古希腊科学的研究；苏联人黑森（B.Hessen）对十七世纪英格兰科学的研究，特别是对牛顿物理学的研究；克劳瑟（J.G.Crowther）对十九世纪英格兰科学的研究；贝尔纳（J.D.Bernal）对二十世纪英国科学的研究；兰斯洛特·霍格本(Lancelot Hogben)对整个科学史的研究；以及最后，由美国数学家德克·斯特罗伊克（Dirk Struik）对十九世纪早期美国科学的研究。[7] 所有这

6 关于知识社会学的小结和批评性评论，参见默顿（R. K. Merton），"知识社会学"(The sociology of knowledge)，在他的《社会理论和社会结构》(Social Theory and Social Structure, Glencoe, Ill.; The Free Press,1949) 一书中第八章。

7 本杰明·法林顿：《希腊科学，它对我们的意义：I,从泰勒斯到亚里士多德》(Greek Science, Its Meaning for Us: I, Thales to Aristotle)以及法林顿：《希腊科学，它对我们的意义：II,从德奥弗拉斯特斯到盖伦》(Greek Science, Its Meaning for Us: II. Theophrastus to Galon, London: Pelican Books,1944, 1949)；黑森，"牛顿《原理》的社会经济基础"，载《处于十字路口的科学》(Science at the Cross Roads, London: Kniga Ltd.,1931)；杰姆斯·吉拉尔德·克劳瑟，《十九世纪的英国科学家》(British Scientists of the Nineteeth Century, London: K. Panl, Trench, Trubner & Co., 1935)；克劳瑟，《著名的美国科学家》(Famous American Men of Science, NewYork: W. W. Norton and Co.,1937)；克劳瑟：《科学的社会关系》(The Social Relations of Science, New York: The Macmillan Co.,1941)；贝尔纳：《科学的社会功能》(纽约：麦克米兰公司，1939)；贝尔纳：《必要的自由》(The Freedom of Necessity, London: Routledge and Kegan Paul, 1949)；兰斯洛特·霍格本：《为了市民的科学》(Science for the Citizen, London: G. Allen & Unwin,1938)；霍格本：《为了百万大众的数学》(Mathematics for the million, New York: W.W. Norton and Co.,1940, rev. ed.)；德克·斯特罗伊克：《正在形成之中的美国科学》(Yankee Science in the Making, Boston: Little Brown and Co.,1948)；萨兰特（W. Salant），"古罗马中的科学与社会"，载《科学月刊》(Scientific Monthly),47(1938),525—535。

些研究，无论它们有什么缺陷，我们都在思想上获益匪浅，这不仅是因为它们所包含的特殊信息，而且也因为它们促进了我们提高对科学之社会联系的认识。这种积极的获益是巨大的，即便它并不总是明显的。即使是消极的获益，即从修正其错误之中的获益，也是伟大的，因为对他们的工作的改进对于在整体上加强科学社会学是有用的。

但是，在很长一段时间，马克思主义的科学观遭到拒绝，这有许多原因，当然并不都是理智上的原因。所有这些原因无论是什么，它们中的大多数在这里与我们无关，事实上，一条重要的原因就是马克思的观点在理智上的不充分性。我们之所以拒绝接受马克思主义的科学社会学所持的观点，并不完全是因为我们是非理性主义者，或者为维护资本主义社会的前提所蒙蔽，而部分地是因为马克思主义的科学社会学确实需要修正和纯化。通过指出这些一般的不足，而且从正面阐明我们现在可以考虑更令人满意地解释科学的社会关系；我们可以从中获益。

马克思主义关于这些事物的观点，重点在于科学完全依赖于社会的其他部分，基本上是由经济因素所决定；因此，在科学与社会的其他部分之间也就没有什么相互的影响。做为对这些问题的一种恰当理解，这种观点是不能接受的。我们不考虑这样一个事实，即马克思主义社会学用“经济因素”所指的常常是一种意义不确定的范畴，充斥着实际上不同的成分；例如，有时是生产的社会关系，有时是技术，有时则是在某一给定时期盛行的经济模式。只有经济因素（无论怎样加以解释）对科学有影响，这是不正确的。就像我们在我们的第四个主题中已经阐明的那样，以及就像我们将通过我们对科学进化的历史描述所表明的那样，许多不同的社会因素曾经并且一直具有重要的影响，

而且在所有条件下，这些因素比其他因素更重要。例如，理智的、宗教的以及政治的因素，与经济因素相比，其影响一般并不差，当然也不强。时而是这一个，时而是另一个，有时是其中的几个因素联合起来，可以被视为对科学的发展产生了一种影响。的确，最艰难的分析工作也许就是几个因素联合起来发挥作用，并且经常是同来自科学本身之内部条件的一种影响一起发挥作用的那种情况。然而，这种情况正好为科学社会学留下了工作，这就是寻找在何种特殊的条件下，几个可能的社会因素中的每一个，或者许多因素加起来，对科学的进程产生了实际的影响。

尽管到目前为止我们总是不能列举许多不同的社会因素确实发挥其影响的明确条件，但是我们仍然可以认识到，它们实际上是用某种具有重要意义的方式发挥作用的。例如，在十九世纪初，政治因素对法国科学具有一种有益的影响。在大革命期间，议会建立了〔巴黎〕综合工科学校，首次组织了专门的科学家通过见习研究来指导学生的实践。这种新的实践训练出了一代杰出的科学家，不久这种训练方法从法国传播到德国，传播到英国[8]。以后，我们将有机会提到政治影响科学之许多其他的例子，尤其是纳粹德国与共产主义苏联科学的例子。或者，我们可以举理智因素对社会的影响为例。我们将在短暂的片刻之后看到在十七世纪期间基本的理智前提是怎样发生变化的，一次向存在着怀特海(Whitehead)所谓的“自然的秩序”这一理智信念的变化，我们将看到这个变化怎样对近代科学之成长产生了积极的影响。最后，让我们举宗教因素的影响为例。我们已经提出，中世纪人们对宗教的理性主义要比对经验的理性主义更感兴

8 我在这里一直是遵循利莱(S. Lilley)的《人、机器和历史》(Men, Machines and History, London: Cobbett Press,1948)第417页以下各页。

趣。这可能不会不对科学的进化有一种部分的和暂时的阻碍作用。确实如此，就像我们将在整个这本书中一次又一次地看到的那样，时而是这个，时而是另一个社会因素对科学有影响，有时是相对有利于科学的成长，有时是相对妨碍之。这是不可避免的法则，对于科学来说，没有什么东西是与社会相脱离的。

当然，在"社会因素"之含意的范围内，我们包括了经济因素。在我们试图修正马克思主义分析的不足时，我们一定不能走到相反的极端，把马克思主义强调得如此之多的因素视为不重要而不加以考虑。例如，就像我们将在以后再次看到的，技术的现状对科学有重要的影响。在我们自己这个时代，原子回旋加速器和电子计算器的技术可能性，对物理学以及其它科学的发展有最有利的影响。或者，举另一个我们自己这个时代的例子，一个我们将在以后详细讨论的例子，即现代工业给予科学的资助无论是对现代科学的发展速度还是方向，都有重要的影响。无论是以这些方式还是其他的方式，经济因素对科学社会学都是重要的。

当然，我们应该完全澄清，当我们谈论社会对科学的影响时，我们没有暗示任何有关正在从事研究工作的科学家之个人动力的事情。当我们讨论"纯粹科学"和"应用科学"时，我们想说许多许多关于动力与社会组织之关系的问题，但在这里，我们只需注意到，这是两个不同的问题。萨谬尔·利莱(Samuel Lilley)，一位自觉关心科学之社会方面的英国科学家说，"事实上，科学家动力的一览表，实际上会包含人类需要与渴望的整个范围。"[9]无论科学家们之特殊的动力是什么，以及有时任凭科学家

9 利莱，"科学史的社会方面"，载《科学史国际档案》(Archioes Internationales d' Histoire des Sciences)，28(1948—1949)，第385页。

们的特殊动力是什么，社会影响总是在起作用。的确，这只是关于所有种类的社会行为的一般真实性的另一个例子。在个人动力和社会影响之间存在着差异，接下来的问题是科学家们也许能也许不能认识到某个或另一个社会因素直接或间接地影响着他们的工作。“当一个人并未有意识地关心社会运动时，它们可以影响他的工作。事实上，个人之意识的缺乏在某些情况下或许会由于失去了有意识地修正其影响的机会，而实际上增强社会的影响。”[10]就像我们将在后面详细看到的，正是科学的本质，使得科学不可避免地将产生影响，这种影响是非故意的，是以科学家们并未意识到的许多方式为媒介的。

最后，社会对科学的影响还有一个重要的特征。这就是这些影响不仅是多种多样的，而且时而较强，时而较弱，从未连续均一过。社会对科学影响的程度是一个难于捉摸的过程，我们仍然只有粗略的技术来度量；但是，这种粗略的度量不应该使我们保证渐变是存在的，并且是重要的。时而是一个社会因素可能对物理学有重要的影响，时而可能是另一个社会因素；时而有关的社会因素更强烈地影响生物学而对物理学则相对来说没有触及，时而这个相对的重点可能逆转，或者完全转到某种其他的科学，像化学。这个过程是极其复杂性的，其意义并不在这种复杂性内在地超越了我们的理解力，而是一方面在科学的各部分之间存在着一种多重的不同联系，另一方面各种不同的社会因素之间也存在着多重的不同联系，我们必须尽量多地认识它们。

这种对社会影响之相对强度的考虑，把我们引到我们的第五个主题，即被视为社会要素之一的科学的相对自主性。尽管

---

10 同上。

所有的社会影响都决定着科学的进化，但科学总是保持一定范围的独立性，就像社会的其他部分一样，这只不过是因为科学有它自己的内部结构和行动过程。我们将在本书中随时随刻研究这种内部结构和这种特殊的科学过程，我们将看到它是怎样在科学与社会的几个其他部分互动的同时为科学提供了一种相对独立性。在科学具有的相对自主性中，一个重要的因素是它发展了高度概括化的概念框架。我们可以看到，科学之核心的概念框架越高度发达，科学具有的独立性范围就越大，当然，无论发展的程度如何，社会影响仍然会起作用。由于这种原因，社会对社会科学发展的影响强度现在大概要比对物理科学的影响强度更大，因为社会科学的概念框架较弱。随着它们的发展，概念框架决定着它们自身的某种发展路线；因此，概念框架并不是简单地根据某种“社会需要”来塑造自己。例如，生物科学的概念框架仍未做好准备以恰当地处理癌症现象，尽管社会急迫需要一种有效的癌症治疗法。但是，除了概念框架之外，在科学中还有其他的重要因素来保证其相对自主性。对这些因素，对诸如科学家们持有的强烈价值以及独立的社会组织继续进行它们的行动这样的事情，我们将在以后更详尽地讨论。

最后，我们可以来说明我们的第六个主题，它在以上的讨论中也许始终是隐含着的，因为我们所有的主题都是并非偶然地相关的。正是这个主题断定科学与其他社会要素之间影响的相互性。如果科学受其他社会因素的影响，而且还有其自身的相对自主性发展，那么它也对社会的其余部分有影响。我们已经说过，科学具有社会影响，这一事实在这里将是一个循环主题。我们所持的观点是，社会（现在包括科学）是一个正在互动之中的结构之网，其中影响是反复交错并且反作用于自己的。如果

影响路线难以通过它们的交织来追踪痕迹，那么这只是因为我们的分析方法还不够好，而不是因为这些路线实际上没有交织。

那么，这些就是六个一般的主题，它们对于把科学做为一种社会活动来理解是重要的。它们形成了我们整个研究的基础。我们将首先试图表明，这些主题在我们随后对科学之历史发展的梗概描述中具有重要意义。在下一章论述现代社会中的科学，以及更进一步，在整个全书论述的科学之中，这六个主题还将是我们的指导方针。也许，在我们初步阐述这六个主题之后，读者将发现，即便是在它们未被明确提及的时候，它们仍明显地包含在我们的分析之中。

在地球所有的生灵中，人是唯一没有以精心设计的固有模式来调整其物质与社会环境而诞生的。因此，人总是，而且不得不成为智力人(*homo sapiens*)——即做为思考者的人，以及成为工作人(*homo faber*)——即做为制造者的人。如果没有经验理性之礼物，人类生活就不可能面临一个稳定的环境。这个礼物在人类之中是普遍的和原生的，可以回溯到我们具有任何知识的史前的第一刻。这就是为什么我们同意克劳瑟的说法："早期人类的生活方式如果没有相当多的关于矿物学、地质学、动物学、植物学和天文学的知识是不可能的。"[11] 而且，我们完全可以加上社会学和心理学，做为对人类同胞之行为和感觉的某种最小的理性知识，它们同关于自然界的知识是一样基本的。

人类活动的两个方面，即做为智力人和做为工作人，当然总是有联系的。只是在近代科学中，它们才变得稍微有点特

---

11 J·G·克劳瑟:《科学的社会关系》,第10页。

化，尽管它们仍然(就像我们将要看到的那样)具有密切的和重要的联系。早期人类是非特化的，因此我们必须通过他做为工作人的活动来追溯他做为智力人的历史。我们可以获得的只是最早的人类的工具，考古学家们从中重新构建了由史前时期人类做出的一些基本发现。到晚旧石器时代晚期，人已经有了“各种各样的工具”——斧、刀、锯、辐刀[12]、刮刀、木槌、锥子、象牙针、矛、鱼叉、弓、掷矛杆[13]，甚至制造工具的工具。[14] 在整个旧石器时期，在控制人类环境的工具的发展上存在着持续的进步。

旧石器时期在经验理性上的进步，在所谓的新石器时代达到顶点。正是在这个时代，有了耕作与采掘农业的发现。当然，是特殊农业工具的发明使之成为可能：锄、镰刀、连枷[15]、以及用来碾谷物的手磨。在这时期，在陶器制造、采矿、石器的磨光以及纺线与织布的技艺上，也有了长足的进步。的确，新石器时代在经验理性上的进步是如此巨大，以致利莱把这一时期称为“第一次伟大的工业革命”。通过记录这一发生在不早于七千年以前的第一次工业革命，我们可以获得科学革命曾经是多么缓慢和科学革命在有史时期一直是多么迅速的观念。对于这次科

---

12 辐刀(spokeshaves)，用来制造车辐的工具。——译者注

13 掷矛杆(spearthrower)：旧石器时代晚期(约公元前3500年)发明的一种狩猎工具。用木头或鹿角制成一端有槽孔或凸榫的手持投掷杆。将带柄的石矛或骨矛连接在投掷杆的槽孔或凸榫上投射，可增大投掷力。——译者注

14 S·利莱，《人、机器和历史》第一章。在我对早期科学的记述中，我最直接地受惠于利莱以及福布斯(R.J.Forbes)的《做为制造者的人——技术与工程的历史》(Man the Maker,A History of Technology and Engineering,New York:Henry Schuman,1950)；R·J·福布斯，“在古代近东的人与事物”，《国际科学史档案》，27(1947—1948)，557—573；以及R·J·福布斯，“古人与机器”，《国际科学史档案》，28(1948—1949)，919—933。

15 连枷：古代的一种打谷器。——译者注

学革命之进步的条件，在尼罗河和印度河流域以及在美索不达米亚是特别地优越。在这些地区，“公元前3000年以前的两个一千年间，发明像潮水一样涌现。”[16] 在这些地区，人们第一次发现了怎样熔炼并使用金属，怎样驯化动物，怎样耕作，以及怎样制造带轮的车和带帆的船。由于发明总是相互联系的，因此这些发明也都是相互联系的。例如，在会犁地之前，就需要有金属的作业工具。在这一时期首次偶然出现的铁匠——打铁的工人，可能是在人类历史上的第一种职业专家。

尽管我们已经谈到的只是他们的工具，但是在公元前3000年以前，还有一些具有另外一种更一般的合理性的发现，它们以数学的形式在经验理性之进步中日益成为辅助物。数学的发展与像农业和水利这样的经验工作有密切的联系，它在埃及人和巴比伦人之中至少是早在公元前四五千年就出现了。而且，撰写了数学史的斯特罗伊克说：“如果我们假定数学是在人类开始对数的关系与几何学的关系有某种理解之时诞生的，那么数学就比古代人要古老得多。”[17] 他说，数学的历史，甚至可以追溯到旧石器时代。

这样，在关于早期科学革命的简要小结中，我们可以说在整体上它是连续的，但却是非常缓慢的，尽管有一段时期出现了比其他时期更加伟大得多的成就。经验理性如果达不到在概念框架上高水平的概括性和系统性，就会相当多地保持着专业化，囿于技术和手工艺之中。社会影响确实是特殊的，但是在像埃及和美索不达米亚这样的社会中，稳定的社会组织和复杂的劳动

---

16 S·利莱：《人，机器和历史》第一章。

17 德克·J·斯特罗伊克，“石器时代的数学”，《科学美国人》(Scientific American)，179(1948)，12月，第44页。

分工可能是特别有利于科学的进步。对于早期社会，经验理性的进步具有社会影响，这或许比在其他任何情况下都更加显著。科学与社会之其余的组成部分，从它们最早的发展起就一直处在连续的互动之中。

我们必须从我们关于早期科学以及它怎样导致希腊科学的讨论中跳出一会儿，先考虑一下一系列存在于现在但却常常与我们刚刚谈论过的更早的社会是一类的社会。这些社会我们可以不严谨地称之为"无文字"社会，它们有时被称做"我们的原始同代人"。这些社会是史前时期的残存体，这正是较老的、社会进化的人类学之观点。的确，这种观点更有一种极端的陈述，即当代无文字社会，就像其古代的相似社会一样，是"前逻辑的"和非理性的。这种关于"原始"人思维的概念有很长的历史，但后来由于对大量的在世界各个部分的无文字社会的研究，这种概念遭到了社会人类学的拒弃。[18] 然而，这种观点还残留在常识之中。例如，就在最近的1947年召开的普林斯顿二百周年纪念会上，一位杰出的自然科学家说，我们是"从野蛮人(在那里恶魔潜伏在每一丛灌木之后)的精神态度"取得了进步。实际上，所有他说的不可思议的、无文字的人，都拥有许多合理的经验知识。

例如，对于"发明在人的本性中是固有的"这种结论，一项关于在无文字文明中发明的系统调查提出了丰富的确定证据。[19]

---

18 特别是参见布朗尼斯洛·马林诺夫斯基(Bronislaw Malinowski)的《巫术、科学与宗教》(Magic,Science,and Religion,Glencoe,Ill.:The Free Press,1948)，第一章。

19 马森(O.T. Mason):《发明的起源：原始人群中工业的研究》(The Origins of Invention:A Study of Industry Among Primitive Peoples,New York: Charles Scribner's Sons,1915)，第410页。

在某些地区，这项调查表明无文字的人也有相当大成分的理性技术：工具和机械装置，火的利用，石制品，陶器制作者的技艺，植物的利用，纺织品的制造，动物的捕获与驯化，以及用来交通运输的装置。

或者，我们可以举出一个当时唯一的理性活动领域——医疗领域——的例证。另一项人类学的调查表明无文字社会的人在这个领域中的理性知识是多么广泛。[20] 在他研究的所有社会之中，原始人都已发现了以下的药品做为在医疗中的特效药：奎宁、箭毒、鸦片和洋地黄。如此严重的一种头盖骨环据外科手术在最早的时期已经得到了实践。在西非的阿散蒂人(the Ashanti)之中，为防止蛇咬曾成功地实施了接种疫苗。诸如杯吸术、放血、伤口的缝合和折缝术、烧灼和接骨术这样的技术，得到了广泛的应用。药剂是药膏和浸液。无文字社会的人知道有关水疗法、食疗以及按摩术的知识。最后，我们发现无文字社会的人以煎汁、泥罨剂、油膏和浸液的形式，利用熏蒸消毒、吸入法、鼻吸药和鼻灌洗剂，他们医疗知识的广泛性给人以深刻印象。

举最后一个例子，我们只考虑一下爱斯基摩社会。人类学家克罗伯在研究了他们的发明——没有玻璃的窗、木工的撑柱、第一条独木舟、一种不为文明建筑师所知的自我支撑的地窖、钻挖曲形洞——之后评论道："拿一个人对一个人来说，说他们比其他任何人群，盎格鲁-撒克逊族也不例外，出现了更多的具有创造力的天才，是没有什么不对头的。"[21]

---

20 艾什利·蒙塔古(M.F.Ashley Montagu)，"原始医学"，《技术评论》(The Technology Review)，11月号，1945年，27—30，第410页。

21 克罗伯(A.L.Kroeber)，"做为土著发明者的爱斯基摩人"，《科学美国人》，110(1914)，第54页。

布朗尼斯洛·马林诺夫斯基关于无文字社会的人之理性问题的总结性陈述仍然是经典性的。他是根据他在南太平洋的特罗布兰德岛民中的经历得出这番评论的，但是他的评论有一种一般的参照系。“如果把科学理解为一组定律和概念，它们基于经验并根据逻辑的推理从经验中推衍出来，并体现在物质成就及科学传统的混合形式中，……那么无疑即使是在最野蛮的共同体中也有科学的萌芽，无论这种萌芽有多么原始。”[22] 在特罗布兰德群岛，土著造船工人，建造了装有舷外铁架的独木舟，这表明他们具有浮力、杠杆作用和平衡原理的知识。造船工人以一种粗笨简单的方式，利用几片木头，他的双手，以及有限的技术词汇，向他的助手和学徒解释某些一般的流体动力学定律。马林诺夫斯基继续写道，这种科学不是“与手工艺分离的，它肯定是正确的，这种科学只是一种达到某种目的的方法，它是低级的、原始的和初步的，但是所有这些正是较高发展产生的母体。”[23]

值得注意的是，所有这些并不意谓着在较早的和无文字的社会中不存在大量巫术。但是，巫术之存在并不是缺乏理性的经验知识的证据。尽管在我们自己的高度理性化的社会中对巫术是不赞成的，但是我们的某些健康与爱的实践仍然具有巫术的因素。巫术不是完全不具备经验理性之头脑的产物。在他具有经验理性的范围内，无文字社会的人为其经验的目的会使用他具有的所有理性的知识。**除此之外**，在那些要达到经验目的但却完全缺乏足够多的理性知识的地方，或者在那些成功之不确定程度依然很高的某些重要的经验事业的地方，比如播种谷物，

---

22 马林诺夫斯基：《巫术、科学与宗教》，第 17 页。

23 同上。

在所有这些场合，他们就使用巫术。虽然其范围较之在我们的社会要广，这部分是因为我们有了更多的科学来实现经验的目的，但在无文字社会中，巫术显然是与理性知识不同的。巫术的社会功能，与科学的社会功能一样多，两者对于成功的社会行为都是必要的，这一点只是在科学相对依然不发达的地方尤其确实。[24]

现在，我们回到对科学发展之主线的讨论上来。我们回到希腊人，他们是其古老先辈之伟大科学遗产的继承者，这项遗产由于铁——一种在公元前1100年以后开始首次得到广泛使用的金属——的发现而得到了极大的丰富。古希腊为这个遗产添加了他们自己的独特贡献。相反，在古希腊时代之前，理性经验知识，无论多么广泛，基本上一直是特殊的和专门的，一直是一种有关工具的知识和特殊科目的知识，现在由于科学进化，这一点有了重要的变化。在人类历史上，我们第一次在古希腊社会中发现了理性知识（经验的和其他的）之普遍的和系统的形成，而这一点是为了其自身的目的。泰勒在他的科学史中说道，古希腊人是第一批渴望"通过内心的思考建立宇宙运行之模型"的人们。[25]

有了古希腊人，我们才有了科学进化的一个时期，在此期间有非常之多的科学成就和如此之多的历史证据，以致历史记载变得有点混乱了。科学史学者已经开始研究这一时期，但是他们的成果依然不令人满意；它更多的是告诉我们发生了什么而不是告诉我们怎样发生。尤其是在社会对科学的影响这个问题

24 我对巫术与科学的分析是根据B·马林诺夫斯基的《巫术、科学与宗教》以及塔尔科特·帕森斯教授的一些未发表的演讲。

25 F·S·泰勒：《科学与科学思想简史》，第21页。

上，我们仍然期待一个对古希腊成就的令人满意的分析。尽管有这些不足，但某些重要的一般事实似乎是得到明确确立的。一个例子是，希腊人在哲学、逻辑学和数学的发展上取得了极大的进步，这些理性思维的形式对于在经验科学的建立是基本的辅助。另一个例子是，除了逻辑和数学，希腊人还在经验科学上的确做出了许多重要的发现，没有这些发现，整个科学进化的进程就会大大减慢并发生改变。第三个重要的事实是，希腊在科学上的进步持续了相当长的一段时期，并且总是保持在一个相对较高的水平上，虽然在这一水平上会有些波动。让我们来详细地逐一考虑一下这些一般的事实，以及几个其他的事实。[26]

任何希腊思想史，大概都必须特别说到希腊在逻辑、哲学和数学方面所达到的伟大的新高度，因为这正是通常在希腊史中所强调的，因此我们发现，这正是最为所有人所熟知的。如果我们关于古希腊的古代文明的知识不是像它在过去那样广泛和容易获得，那么我们所有人不知是什么原因仍然熟知几乎整个一千年间（从公元前六世纪到公元后四世纪）的辉煌成就，泰勒斯与赫拉克利特、毕达哥拉斯与巴门尼德、德谟克利特、苏格拉底、柏拉图与亚里士多德、以及欧几里德与阿基米德的成就。欧几里德几何学是从少数几个定义、公设和公理通过逻辑推演而导出的几何学整体，它可以做为古希腊理性思维之威力的典型个例。另一个值得注意的个例是德谟克利特的原子论，一种最精致的整个宇宙之结构与过程的思辨理论。然而，在我们已经提到的其他几个人的工作中，有一打其他的事例至少在其杰出和广度上堪与这两个例子媲美。如果只是存在这种伟大的发展的

26　以下讨论中的事实（而不是解释）主要引自B·法林顿的《古希腊科学》第Ⅰ卷和第Ⅱ卷，以及R·J·福布斯，"古人与机器"。

话，西方文明也依然受到了由古希腊社会创造的理性思维之新力量与新技术的巨大恩惠——西方文明实际上的确是因这一辉煌的遗产而产生的。

但是还不止这些。古希腊在经验科学上也有进步，我们通常贬低这些进步，这是因为我们被希腊在理性思辨上的成功搞得眼花缭乱，也因为没有把希腊科学同以前的科学相比较，而只是同近代的更伟大的成就相比较。早在公元前五世纪，就有了高度合理的希波克拉底医学的疗法，它牢固地建立在概括化的生物学和生理学知识的基础之上。大约一百年以后，并且确实建立在希波克拉底基础之上，出现了古希腊科学史学家法林顿所谓的亚里士多德的“在生物科学领域中的惊人成就。”[27] 亚里士多德的学园留下有组织的研究的传统；他的学园的部分设备，成为一个图书馆和众多的实验室。的确，生物科学和医学的这一发展路线在整个我们所研究的时期一直在延伸着，盖伦在公元后二世纪的工作达到了另一顶峰。经验科学在其他领域也兴旺发达。利莱指出，在亚里士多德之后的三世纪中产生的发明，比在公元前 3000 年到中世纪晚期之间任何可比的时期都更多。[28]我们将在下面再次谈到这些发明。在亚里士多德公元前 132 年死去之后两百年，他所创设的吕刻昂(the Lyceum)[29] 及其后继者亚历山大博物馆(the Museum of Alexandria)[30]有组织地发表了“一系列的伟大的论述科学之各种不同分支的论文——植物

27 B·法林顿：《古希腊科学》第 II 卷第 10 页。

28 S·利莱：《人、机器和历史》第 III 章。

29 吕刻昂：公元前 335 年亚里士多德在雅典郊外吕刻昂建立的雅典学派，该学派及其学生也称为逍遥学派。——译者注

30 亚历山大博物馆：公元前三世纪建立，内设文学部、数学部、天文学部和医学部，这四个部门同时兼为学校和研究所。——译者注

学、物理学、动物学、生理学、……天文学、地质学、力学”，这些构成法林顿所指称的“古代成就的烙印和近代世界之科学的起点。”[31]

某些人也许承认这些进步对于经验科学的重要性，但仍然会问，古希腊科学借助于实验吗？如果没有实验，那么他们所掌握的科学就等于零。在这一方面，古希腊人所做的的确是科学。希波克拉底及其他医生始终在比较似与非似的案例，在这个意义上他们利用了实验。恩培多克勒(Empedocles)利用 the *klepsydra*，或叫水钟，确定了空气的物质本质，这是一例典型的实验，它对我们来说是比较熟悉的，因为我们认为实验一定要利用工具和仪器。“有了斯特拉图的名字”（他是吕刻昂亚里士多德学院的继承者），法林顿说，“我们就抓到了古希腊科学充分建立实验技术的要点。”[25] 阿基米德也对实验做出了贡献。所有这种实验并不是现代观点所认可的实验——基于高度概括的概念框架，总是受到高度控制以及使用精心设计的仪器设备。然而，在其基本的逻辑本质中，作为对科学的推断提供基础，古希腊一定是知道实验的。[32]

或许，古希腊的经验科学之所以一直遭到轻视，还因为它没有产生如近代科学给予我们的如此丰富的东西——满足了人类对机器、原动机的基本需求。古希腊人不知道风车，尽管帆船得到了利用，虽然大约在公元前 100 年就发明了水车。但是，古希

---

31 B·法林顿：《古希腊科学》第II卷第 15 页。

32 关于亚里士多德的实验，参见理查德·P·麦克恩(Richard P. Mc Keon)：“亚里士多德与科学在西方的起源”，载斯多福(R. C. Stauffer)编辑的《科学与文明》(Science and Civilization, Madison: University of Wisconsin Press,1949)第 13—14 页。也可参见奥托·布吕(Otto Blüh)：“古希腊人做实验吗？”《美国物理学杂志》(American Journal of Physics),17(1949)，第 384—388 页。

腊人确实发展了许多其他的仪器以及少数几种节省劳力的装置，最值得一提的或许就是阿基米德的螺旋泵。还有螺旋压力机、战争机械（由压缩空气推动的弩炮和攻城装置）、刻度水钟、平衡轮、复合皮带轮、划有刻度的直尺和各种各样的角度测量仪。在天文学上的出色工作，在公元前二世纪托勒枚的理论中得到了最高发展，然而，当时却没有望远镜这个有利条件。但是所有新的工具和仪器肯定对日常生活有相当大的影响，尽管当然没有像蒸汽机和内燃机这些原动机的发现给近代带来的影响那样巨大。对于所有这些进步，古希腊科学还不够条件。

我们已经说过，古希腊科学的发展持续了近一千年的不断的进化。就像在科学中总是会发生的那样，在此期间也有活动与进步之较大和不大的时期。高峰或许是这样一些结果的突发，如米利都学派（the School of Miletus）[33]（公元前六世纪）、同一纪元中的五世纪和四世纪的雅典学园[34]，继承雅典学园的吕刻昂和亚历山大博物馆（在这里涌现了通常所谓的“古希腊式科学”）。的确，可能就是博物馆，进行着到那时为止在世界之一个地方曾经有过的最大量的科学活动。博物馆的图书部有五十万卷莎草纸[35]经典，大约一百名其薪水由亚历山大大帝提供的教授来使用这些经典。博物馆中有用于研究、解剖显示、演讲和学习的专门屋子。博物馆附近有一个天文台、一个动物园和一个植物园。“这样一些研究和学术的机会在以前是从未有的。充分

---

33 米利都是古希腊的一个城市，现在土耳其慕凯市南。米利都学派由在此城市的著名学者组成，代表人物有著名的泰勒斯。——译者注

34 雅典学园（the Athenian Academy）：公元前371年由柏拉图创设，亚里士多德是其成员之一。该学院直到公元529年，才由罗马查士丁尼大帝封闭。——译者注

35 莎草纸（papyrus）：古埃及人使用的一种纸。——译者注

利用这些机会保证了这些学者的成功。”[36] 我们将看到，这种研究的机会和设施极其普遍，正是现代科学的特殊优点之一。

在描述了希腊在理性思想和经验科学这两方面的进步之后，对希腊科学我们能够给出什么概要的特征呢？最突出并且广为流传的观点是，在希腊思想中对于在经验上检验其概括性命题缺少始终一贯的关心。通常认为，古希腊人更感兴趣的是一个系统的内部一致性而不是客观的实验；他们主要诉诸于“合理之某种主观的体验”，以及“内在一致的推理。”[37] 就像怀特海简要地但也许是过分强烈地评价的，希腊科学“过于理论化”。总的来讲，这大概是一种对于古希腊科学恰当描述。然而，它绝不应该使我们认为古希腊人“只是哲学家”，而不是杰出的科学家。为避免这种误解，我们应该注意法林顿的结论：“在吕刻昂和博物馆，研究效率达到相当高的水平。在逻辑上组织知识的能力是巨大的。确定性信息的范围之广是令人难忘的，获得信息的速率更是令人难忘。对关于实验的理论一直是理解的。”[38]

就在他关于社会对古希腊科学的影响的分析之中，我们不能同意法林顿的一个重要观点。根据法林顿的说法（他的看法已为其他人所采纳），当希腊分化成为一个自由人和奴隶的社会时，希腊科学就衰落了。这就是说，希腊科学的衰落在柏拉图时代就发生了，对于建立一种证明市民优越于奴隶、理论优越于实践、哲学优越于科学的思想体系，柏拉图负有很大的责任。然而，

---

36 B·法林顿，《古希腊科学》第 II 卷第 II 章。

37 吉尔伯特·穆雷(Gilbert Murray)：《古希腊宗教的五个阶段》(Five Stages of Greek Religion, London: Watls & Co.,1946)，第 128 页。也可参见卡尔·B·波义耳(Carl B. Boyer)，“亚里士多德的物理学”，《科学美国人》，1950年 5 月，第 48—51 页，关于“内部一致”原则的重点论述。

38 B·法林顿，《古希腊科学》第 II 卷，第 164 页。

法林顿自己的希腊史记载与希腊科学在柏拉图之后衰落的断言相左。例如，他赞扬亚历山大博物馆中的人们，他赞扬托勒枚和盖伦的科学成就和他们的观察与实验，然而，他们生活在柏拉图之后的四百年间。在法林顿的观点中，所有把希腊科学做为某种阶级结构及其相伴随的意识形态的产物之解释，似乎被一种教条的马克思主义加以极端的简化。[39]奴隶社会的存在也许一直是有重大影响的，但是在整个这样一种社会占优势的时期也存在着连续的和巨大的科学发展。一个令人满意的希腊科学社会学仍然有待撰写。在撰写希腊科学的社会学时，不仅要包括比阶级结构更多的社会影响，而且还要着重注意科学之相对自主性与这些社会影响相互作用的方式，正是这种方式产生我们一直在考察的希腊科学。

当然，希腊人之历史继承者是罗马人，他们主要是在法律、行政和军事艺术上做出了杰出的成就，他们在哲学或科学，在数学或技术上没有取得什么进步，这是众所周知的。罗马人为西方文明奉献了有别于希腊人的礼物；而且，尽管他们自己确实没有成为科学家，但他们至少支持了已经存在的科学。允许古希腊式科学在公元后前三四个世纪期间兴旺发达，这可不是罗马帝王的小小美德。当然，在罗马人之后，即在公元500年后可能持续了五个世纪的所谓的黑暗时代，科学活动有相当大的衰落。然而，即使对这一明显的衰落时期，也必须以一种较之由涵括自罗马衰落以来欧洲历史的历史教科书向我们提供的一种传统的观

39 参见R·J·福布斯，“古埃及中的职业与手工业”，《国际科学史档案》，3(1950)，第599—618页，关于古埃及和美索不达米亚的阶级结构一点也不比经常断言的“奴隶社会”简单。他说：“当我们把科学和技术进化的某些方面归责于社会条件时，这一点应该使我们谨慎从事。”

点更开阔的眼界来看待。在我们的观点中，如果包括整个地中海地区——为什么我们不呢？——而不仅仅是欧洲大陆，那么我们必定注意到在此期间由阿拉伯人所进行的相当高水平的科学活动，阿拉伯人把他们的新宗教传遍了地中海南缘的所有地区，并且最终通过西班牙传遍欧洲。在宗教上，他们是基督教的一个分支；在科学上，阿拉伯人继承了古希腊科学的遗产，这些遗产相对说来却为罗马人的继承者大大忽略了。阿拉伯人对科学的进化做出了重要的贡献，他们不仅在医学、生物学以及所有的技术技艺上取得了进步，而且他们还发现了代数，发明了零，从而在数学上向世界奉献了十进制体系，该体系使得此后的科学进步比以往更加容易。

简言之，当我们考虑阿拉伯科学——这是一个被相当忽视的主题，它值得以比我们在这里给出的寥寥数笔更多的篇幅来记述——时，科学之历史进化的不连续性要比它有时呈现的弱得多。当我们把阿拉伯做为西方历史的一部分来考虑时，我们看到黑暗时代在欧洲比在其他地方更黑暗。这样，我们对于阿拉伯人不仅对中世纪的而且对近代科学所做出的基本贡献，就不会没有思想准备了。一部科学史，如果缺乏了与该时期发生的事情相关的阿拉伯的部分，那简直是一部差劲的科学史。

然而，到中世纪时，科学进化的主流又回到了西欧，从此以后它就一直持续下去了。我们发现，这一科学进步的早期来源是在中世纪期间，这可能有些奇怪。之所以似乎有些奇怪，是因为人们普遍持这样一种观念，即这一时期正是最佳的非科学时期和最糟糕的反科学时期。可是，如果我们持我们在这里已经采用的更广泛的科学观，即把科学看作理性思维的一种形式，这种形式通过其他形式的理性思维的进步而不断得到丰富，那么

我们就能容易地看到中世纪对近代科学的发展做出了巨大贡献。我们不仅把理性思维(它在以后的经验科学中是如此有用)之力量的巨大增强归功于中世纪，而且把这样一种信念的树立也归功于中世纪，即理性思维力量是社会中的人之不可剥夺的能力。这些是我们经常过分低估其价值的礼物。而且，我们还将看到，在此期间即使是经验的科学和技术，也比我们的经院历史通常所报告的要多。

现在我们应该毫无困难地承认，在经验科学上的兴趣和经验科学的发展，永远是一个程度的问题，而不是一个绝对的问题。如果持这个观点，那么中世纪西方社会在超自然世界上的兴趣确实比在自然界上的兴趣要多得多——但并不完全如此，尽管我们常常这样认为。因此，正是在宗教和超自然的领域，中世纪时期在其来自古希腊的遗产，特别是来自古希腊的大师亚里士多德的遗产之上建造了大厦，把理性思维之力量发展到这样一种高的水平。的确，也许是因为我们的经验主义偏见，中世纪经院哲学已经成为纯粹的和极端的理性思辨之状况的一种象征。在理性思想的历史上，大概没有什么单独的成就比圣托马斯·阿奎那(St. Thomas Aquinas)论著中的不朽体系更伟大。而且，这在经院哲学家之大量的令人惊奇的成就之中只是最伟大的一个。

那么这一进步与我们正在这里追溯的科学之进化是怎样相联系的呢？在他的那本对现代思想产生了如此巨大之影响的《科学与现代世界》一书中，怀特海证明了中世纪思想对于近代科学的重要意义。[40] 怀特海说，与一般意义的事物中的秩序相

40　以下的讨论是A·N·怀特海的《科学与现代世界》(Science and the Modern World, New York: The Macmillan Co.,1925)一书中第17—19页的释义和引用。

比，科学需要某种更多的东西。“明确严谨的思想之习惯”——这在科学中是如此的基本——“由于经院神学的长期统治而被灌输到欧洲人的头脑之中。”而且，幸运的是，在经院哲学已经被拒弃之后，这种习惯还持续很久，“寻找精确点并在发现了这一点之时继续寻找，这是无价的习惯。”怀特海还提到了中世纪思想给予科学之发展的其他礼物。例如，“任何错综复杂的事件可能都以某种完全确定的方式与那些例证一般原理的它的类似事件相关这一确定不移的信仰”，虽然在某种程度上存在于所有社会之中，但在由中世纪社会把它应用到所有自然问题之时得到了拓展。中世纪思想的基本点（现在一般都传给了科学和现代思想）是，“存在着一种可以揭开的秘密”。这并不是普遍的，而且并不是在所有社会中都是一种同等有力的思考习惯。例如，那些坚持上帝之合理性以及自然界是这种合理性之反映的中世纪思想家们，与那些只是看到自然界中不可思议的力量的东方思想家是不同的。这两个根本不同的概念对经验科学之发展的意义已经由历史加以澄清了。

那么就像怀特海已经谈到的，所有这些并不是要说中世纪思想家们自己促进了经验科学，当然也并不是要说他们不认为宗教问题更重要。中世纪宗教概念对西方科学的影响尽管是大的，但却不是有意为之。怀特海说，“先于近代科学理论之发展而产生的科学可能性的信条，是中世纪神学的一种无意识的派生物。”有时，在社会中最有力的因素是那些非有意为之的因素。那些我们“没有意识到的”关于理性和自然的基本文化价值经常就是这种情况，这是因为在许多情况下我们认为它们是当然的。在下一章中，我们将明确考虑一组基本文化价值，它们使得科学成为了一种与现代世界如此相宜的活动。

我们已经说过，在科学上的兴趣是一个程度的问题，说中世纪对科学绝对没有兴趣是不对的。在他们主要关心宗教和非经验事物之理性理解的同时，在理性知识和对经验世界的控制上也有缓慢的增长。[41] 我们关于中世纪世界的肤浅知识，使得我们夸大了它的僵化，它的缺乏变化和进步。这是一幅扭曲了的图画，科学史中新的工作正在使之发生变化。在经院哲学家之聚会场所以外的世界中，甚至在宗教寺院中，也存在像圣本尼狄克之合理性教规一样的事物，在概念化的经验知识上也有众多进步及其在技术上的相关改进。这一系列在此期间做出的"非凡"发明长期以来一直被忽视。在公元九世纪到十五世纪之间，存在着发明：为骑乘时有鞍、蹬、嚼子和蹄铁而调理牲畜的现代方法；还有依次用轭、辕和铿刀来调理役畜的现代方法；水车和风车；机械锯；带有打击锤的锻炉；带有阀门的风箱；尖顶拱门和窗玻璃；家用烟囱；蜡烛；铺平了的道路，区别于埋藏在地下的罗马墙；手推车；眼镜；带轮的犁；接近于船的船尾柱的舵，而不是由橹来掌舵的古代方法；运河水闸；火药；平刨；手摇曲柄钻；螺母与螺丝；以及活字印刷，这也许是所有发明中最重要的。

这的确是一个值得注意的清单，事实上这是如此令人难忘，以致利莱把它说成是第二次工业革命的开端。[42] 在中世纪早期，劳动力存在着巨大的短缺，这同所有的技术进步一起，导致了水力、风力和畜力之非常巨大的利用。例如，早在1086年，仅在英

41 关于在中世纪时期的基督教自然主义，参见威廉·M·阿加(William M. Agar)，《天主教教义与科学的进步》(Catholicism and the Progress of Science, New York: The Macmillan Co., 1940)，第14页。也可参见小林恩·怀特(Lynn White, Jr.)："技术与中世纪的发明"，《反射镜——中世纪研究杂志》(Speculum, a Journal of Mediaeval Studies), 15(1940)，第141—159页。

42 S·利莱，《人、机器和历史》，第190页。

格兰就有五千架水车，用于织物的漂洗，用于杵锤和锻锤，用于抽水和缠绕。新的技术发展，尤其是新的动力来源，对于早期机器的发展以及因此对于近代科学的兴起具有重大的贡献。

总之，在考虑中世纪期间理性思想之巨大成长以及中世纪在经验科学和技术上的进步之时，我们再次看到在科学的进化中没有根本性的断裂。从其最早的历史，西方社会及其祖先在理性的经验思维和对自然的控制上就经历了连续的（即使有时是缓慢的）进步。每一个时代都对发展之流做出了它的贡献；在近代，发展的结果就是新知识的洪流的形成以及这种知识之新的应用。

在对科学之历史发展进行的大略描述中，现在我们终于到了大约包括十六和十七世纪这个时期，该时期通常被笼统地贴上"近代科学之兴起"的标签，对于这段时期的历史，这里的概述之不充分几乎是比比皆是。当然，完整的叙述至少需要一整本书，一本厚厚的书。然而，对于我们目前的目的，某些重要之点必须要了解，我们某些主题的重要意义必须在历史的记载中加以揭示。但是，对这两个奇异世纪之科学史的深入研究来说，我们这里所做的只应该是个绪论，只应该是入门之言，这一点无论多么强调也不过分。

首先，我们需要了解造成近代科学之兴起的许多事件对所有的在此之前已经发生的事件的相关性。当然，到现在为止应该清楚的是，这不是"凭空"发生的某种事情，不是人类社会中完全奇怪的和新的现象。更加特殊的是，比我们通常所做的更加贴切的科学史之解释将表明，我们过于明显地划分了这一时期，中世纪与近代之早期彼此以许许多多种方式相互贯穿，并非都是以科学发展相连的。这再一次表明，科学之进化从来没有间

断过。然而，在十六和十七世纪，确实发生了"某些大事"，这些事情如此之大以致它在科学的进化中似乎成为一种"突变"。[43] 基本的历史事实像任何可能引人注意的事情一样引人注目，这个事实即是在此时期发生的所有历史事件中最重要的变化之一。英国历史学家巴特菲尔德（Butterfield）在其近期发表的著作《近代科学的起源》(The Origins of Modern Science)中说，"自基督教的兴起以来，历史上没有什么里程碑堪与此相媲美。"[44]科学呈现出新的视野和新的力量，这些都是如此巨大以致在数量上的进化变化好像几乎成为了一种在质上的变化。但是，我们只能小心谨慎地接受"突变性的变化"这个隐喻。也就是说，只有我们认为突变是以一种基本的方式与其先祖（而不是别的什么东西）相联系时，我们才可能接受这个隐喻。到那时，我们才应该对于科学进化的连续性和在经验理性的王国中没有发生任何根本性的新事情这种说法表示不敬。

我们也必须谨慎地对待另一点。只有当我们懂得近代科学是与其伴随物同时也与其先祖相联系时，我们认为近代科学的兴起是一次"突变"才有可能有所获益。这里我们重申一下我们的主题，科学虽然部分地是通过其自身的结构和逻辑独立发展的，但它也是不断地与许许多多相伴随的社会因素相互作用的。我们已经注意到，以一种过于简单的形式把科学看作是一个整体是容易的。同样简单地去思考近代科学之兴起意义也是容易的。这些事件之巨大的复杂性并不局限于单个的人，像牛顿，或

43 马萨·沃恩斯坦：《科学协会在十七世纪中的作用》(The Role of the Scientific Societies in the Seventeeth Century, Chicago: University of Chicago Press, 1938)，第 50 页上谈到"突变"。

44 《起源》，第 174 页。

者一个小群体，包括开普勒和波义耳；它不局限于一个单独的科学分支，像物理学；它不是发生在一个单独的国家，像英格兰或法国；以及它当然不能完全由某一个，甚至是几个社会的经济或宗教的变化来解释。近代科学的兴起，即使是在其最狭窄的意义上，也涵括了两个世纪。它包含着丰富多彩的社会变化和科学变化，许多变化是照其本身的逻辑而进行的，但也有许多变化是不断地互动的。

我们想强调在这一简单的短语——近代科学的兴起——之中所体现的复杂性，只是因为相反的观点普遍存在，并且我们相信这些观点会使人产生误解。一个值得注意的和有价值的例外是巴特菲尔德教授的书（我们刚才提到过），巴特菲尔德教授说："历史的过程是非常复杂的。当科学运动发生之时，其他的变化也出现在社会之中——这些其他因素随时可以与科学相结合以产生我们所称的近代世界。"[45] 而且他还注意到这几个因素（科学因素和其他因素）的互动。"的确，科学的、工业的和农业的革命形成了这样一个复杂的体系和相互关联的变化，在缺乏微观考察的情况下，我们不得不把所有这些统称为一次总体运动的诸个方面。"[46]

意识到复杂性的存在，常常是理解的开始：它可以显示历史研究和社会学研究所面临的问题的真正本质。较之提出近代科学之兴起的几个方面并且"把所有这些统称为一次总体运动的诸个方面"，就像巴特菲尔德教授自己所做的那样，我们可以

---

45 《起源》，第172页。也可参见克拉克（G.N.Clark）：《牛顿时代的科学和社会福利事业》（Science and Social Welfare in the Age of Newton, rev. ed., Oxford: The Clarendon Press, 1949）第74页，有同样的观点。

46 《起源》，第169页。

做得稍好一些。我们可以对复杂过程之中的某些重要因素做初步近似的分离。这绝不是对发生在十六和十七世纪中的事情的完整和充分的说明；它只是表明这种说明将要采取的方向。我们可以把我们将要提到的因素——这些因素是应该被提到的，但不一定都是同等重要的——为方便起见分成粗略的两类：内部因素和外部因素。内部因素包括那些一般发生在科学和理性思想内部的变化；外部因素包括各种各样的社会因素。当然，这两种因素只是为了分析而分开的；在我们所考虑的这一时期，它们常常彼此互动，最后的结果是产生近代科学。

那么，我们可以首先取一些内部因素，那些在总体上与科学的相对自主性和理性思想有关的因素。这里所发生的基本变化之一就是笛卡尔哲学的出现，这是一种关于科学与理性主义的新哲学。笛卡尔哲学确实在很大程度上受更早的经院哲学的影响。的确，笛卡尔一直是受耶稣会的培养，圣托马斯的《神学大全》是他随身携带的少数书籍之一。但是，由于笛卡尔拒弃终极原因以及强调通过细致的观察和严密的逻辑推理与数学运算，使得他的哲学与经院哲学有明显的断裂。他的关于数学定律具支配地位的概念，与更早的历史传统主义截然相反，而且成为新科学的重要的指南。[47] 当然，笛卡尔对数学非常关心，他发出了对于他的时代来说是最和谐的声音。十六和十七世纪是在数学上做出重要发现的一个时期，其中最不平常的是微积分的发明。这项发明是由莱布尼茨和牛顿两人分别独立做出的。微积分对于科学中新的实质性理论的建立是一种不可缺少的工具，尤其是在物理学和力学之中。天文学尤其得益于整个数学的新发

---

47 莫里斯·R·科恩(Morris R. Cohen)，"笛卡尔"，《社会科学百科全书》(Encyclopedia of the Social Sciences)。

展。可是，其他科学却仍然没有充分利用这一有力的分析工具。巴特菲尔德说道，"没有数学的成就，科学革命(如我们所知的)是不可能的。"[48]

正是这些新的科学理论，使我们可以谈谈现在的新概念框架，这一框架达到了以前的经验科学从未达到过的概括化和系统化程度。近代科学的兴起部分在于这些经典概念的全盛，这或许只能与我们这个时代的相对论与原子理论的发展等量齐观。这是一个产生"巨人的时代"，像哥白尼、开普勒、伽利略和波义耳这样的巨人的成就以令人眼花缭乱的连续性彼此接踵而来，直至在宏伟的牛顿体系中达到顶峰，这是二百多年来未加改变的科学的基础。所有这些新的概念框架部分建构于以前的概念框架之上，然而，它们也是天才个人的富于想像力的创造性产物。科学中的发现绝不简单地是"必须发生的"。但是对这一问题，即个人创造性和科学必然性之间的关系，我们将更多地谈论后者。现在，我们只须注意到科学理论的成功，这种成功不仅在于个别理论，而且，也许更加重要的是理论在总体上的成功。尽管还存在反理论的、经验主义的偏见，但是近代科学的本质标志是，它认识到理论对于所有研究具有基本的重要性。

近代科学也以精密的实验技术为特征。十六和十七世纪在这方面也取得了进步。出现了接近于系统的受控实验的新的重要进展，以及对于实验方法的新的概括化的理解。归纳与实验方法的主要倡导者弗兰西斯培根说道，"自然的秘密当以技巧加以琢磨时比听其自然时更容易显露出来。"在这一时期成长起来的新的科学业余爱好者协会中，例如在新成立的皇家学会中，培

---

48 《起源》，第 77 页。

根的“新哲学”（如同人们所称呼的那样），被人们相当自觉地当作研究的一种基本准则。诸如波义耳、罗伯特·胡克和惠更斯等人运用这一准则，在他们的工作中取得了出色的成果。当然，由于奇迹般地发明了新的观察与测量仪器，使新的实验得到相当大的强化：望远镜和显微镜，温度计和气压计，摆钟和气泵。这里，我们也看到技术和科学是怎样彼此影响以及使得彼此更富有成效的，因为这些新仪器常常部分地是技术变革的结果。例如，十六世纪在荷兰玻璃制造工业上的进展使得望远镜和显微镜成为可能。而且，那时正在扩展中的海上商事航行的需要有助于刺激摆钟的发明。但是，我们不能认为科学仪器只是手工艺和工业技术的产物。例如，气压计就像今天的许多科学仪器一样，是因科学研究本身的内部需要和创造性而产生的。

这样，我们就可以看到，十六和十七世纪期间理性思想和经验科学之内部变化的重要性在于什么。它的重要性在于明确理性思想与直接观察经验世界相结合的优点。这是一个新的着重点，那时的人们如果认识到这种有力结合的新颖性，或许就会大谈“新哲学”。怀特海对“这种注入近代思想的新气象”的特征给予了最好的刻划。他说道，这是“一种对于一般原则与不可简化的、不容抹杀的事实之关系的激烈的和情感上的兴趣。正是这种对于细微事实之情感上的兴趣与对于抽象概括之同等的献身的结合，形成了在我们现在社会中的新奇事物。”[49]

与这些在科学和理性思想中的内部变化相平行的和相互融合的，是完整系列的重要外部变化。或许，即使没有科学，十六、十七世纪在西方历史中也标志着一个伟大的转折点。在社会的

---

49 A·N·怀特海，《科学》，第3页。

其他部分，有许许多多新的发展激起近代科学的兴起，或者与之意趣相合，可是，这里我们只能挑出其中的少数几个。这些时期的科学与社会的完整情况仍然没有得到阐述。

一个重要的变化是文艺复兴，即对于古代知识与思想之兴趣的巨大恢复。文艺复兴是因其自身的缘故而对这些古代著作感兴趣的，并不是由于中世纪对这些著作的注释评论。文艺复兴以一种崭新的、批判的精神来阅读这些著作，使得旧的知识对于近代更加适用。这一点对于科学同对于其他思想领域是一样正确的。例如，亚里士多德的著作在1543年被翻译出来，因此与将近一千年来相比，这些著作更直接地汇入科学进化的洪流之中。此外，新的译本得到付印，并且通常是以日常语言印行的，这样，这些著作对于那些新来者，对于那些向旧权威挑战或者把理性思想付诸新的使用的人，变得容易获得了。因此，文艺复兴，特别是在意大利以及出现民族社会的其他地方，对科学以及对文学艺术有一种耳目一新的影响。

社会对近代科学之兴起的影响的许多重点之一，可以在一些新的致力于修习"新哲学"的业余爱好者协会中发现。[50] 在所有国家中都有业余爱好者，意大利、法国、英格兰、荷兰和德国；在每一个地方，他们都组织起学会，他们在其中联合从事科学事业和实验。在意大利，有齐门托学院；在英格兰，有皇家学会，它现在仍然存在，并且以高贵传统的拥有者自居；在法国，有法兰西科学院，它只是在其精神之父科尔伯特(Colbert)的有生之年期间兴旺昌盛；以及在德国，有自然神秘学院。在所有这些国家以及在其他国家中，有许多类似的、更小的、更短命的学会。这

50 在以下的讨论中，我极大地受惠于马萨·沃恩斯坦的经典著作《科学学会的作用》。

些学会开了科学专业化的先河。科学正变得足够庞大和足够专门，以致它成为一种专职的工作。因此，在科学中朝向职业专业化的趋势之肇始是近代科学之如此基本的一个特征，以后在谈到科学之社会组织时我们将更多地谈到这一点。学会也变成不仅是国内而且是国际间新知识交流的渠道。每个学会都有正式的外国通讯员负责报告他的国家中的事情；阅读这些通讯员的来信是会议的一项议程。例如，在十七世纪末，任何重要的科学实验和文章在欧洲大陆上刚一出现就以这种方式报告到皇家学会。当科学家们旅行时，他们发现他们在其他国家为人所知并为人所研究，他们被邀为尊贵的客人来描述他们的科学工作。[51] 这些学会出版了最初的科学期刊，其中现在仍然可以读到的是皇家学会的《哲学会报》，它们出版由它们自己的会员和外国同行撰写的科学书籍。我们可以回想一下，正是在皇家学会的催促下，牛顿才第一次发表了他的新发现，而他在许多年以前就已做出了这些发现。

沃恩斯坦告诉我们，"正是科学的实验性质促使学会成立，这一点怎么强调都不会过分。"这当然是科学本质的一个重要部分，因为随着实验科学的成长，科学实验室和科学仪器既是基本的也是耗资巨大的。只有联合小组才有可能负担得起合适的工作场所和必要的仪器（像气泵、望远镜和显微镜）的费用。但是，学会不止是实验性的，它们在总体上是反独裁主义的。例如，与

---

51 哈科特·布朗(Harcourt Brown)，《十七世纪法国(1620—1680)的科学组织》(Scientific Organizations in Serenteeth Century France (1620—1680), Baltimore: The Williamsand Wilkins Co., 1934)，随处可见，尤其是在第56页，给出了许多在十七世纪的法国、意大利、英国和荷兰科学家之间的访问和通信的细节。

当时的大学（那里亚里士多德主义和经院哲学依然盛行）相比，学会是向思想上的旧权威挑战的更安全的场所。新科学主要是来自学会中的门外汉而不是来自已有的大学，就像科学在近代时期的状况一样。当然，大学并非是完全没有有利的影响。哥白尼和伽利略在他们一生中的重要时期是在帕多瓦大学度过的，当然该大学的医学院由于培养了维萨留斯(Vesalius)[52]、法本里夏斯(Fabricius)[53]和威廉·哈维而光彩夺目，后者是血液循环的发现者，这个概念向古代盖伦与亚里士多德权威发出了彻底挑战。它表达了由笛卡尔所鼓吹的带有实验与观察之确认的"彻底的怀疑"精神。

出于他们本身对科学的忠诚，业余爱好者协会显示了功利主义的倾向，这是近代科学的另一重要价值。沃恩斯坦说道，"他们自己关心家常兴趣之事物，例如贸易、商务、工具和机械，并且试图以科学之光来改善日常的生活。"纯粹科学和应用科学在那时同在今天一样具有同样的重要联系，关于它们之间的关系我们将在后面谈到。我们已经说过，这一点被一些马克思主义的作者（值得一提的是苏联人B·黑森）夸大了。英国历史学家G·N·克拉克在反驳黑森时承认科学与技术在十七世纪有联系，但是他认为它们不是一种广泛的和相互的联系，与现在相比它们之间的联系更加"零零碎碎"。[54] 至少在英格兰，特别密切的是科学与航海技术之间的联系。正在兴起的英国人的海运兴趣——既有其商业利益也有驾舰航行的兴趣——要求航行技术比没有良好的记时术和确定距离之简易方法时更可靠。这些需

52 维萨留斯：比利时医学家，近代解剖学的奠基者。——译者注

53 法本里夏斯：德国外科医生。——译者注

54 G·N·克拉克，《科学与社会福利》，第 24 页。

求对于在此方面的科学工作是一种直接的刺激，因此我们把在天文学之基本科学上的进步和关于弹性的本质的基本发现归功于这些刺激，后一项发现使得最终制造精确的记时工具成为可能。

我们可以举另一个经济与技术因素影响近代科学之兴起的例子。利莱曾经指出，自大约1550年以来，许多国家的人们正在试图开发新的动力来源，用以驱动逐渐开始应用的重型和大型的机械。[55] 例如，在发展矿业时，因为煤的需求有巨大的增长，矿井更深，所以需要一种比古老的阿基米德式螺旋泵效率更高的泵。同时还需要比人力和畜力更有效率的动力形式。对于后一种需要直到十八世纪末才取得了令人满意的解决办法。但是十七世纪确实出现了早期形式的蒸汽机，像纽科门(Newcomen)和萨弗里(Savery)机器。可是，就像我们已经说过的那样，对于泵的需要很快地得到了满足。在十六世纪，在各地都发现有阿基米德泵，它开始成为非常熟悉的工具。伽利略似乎从泵中学到了什么东西，他看到在操作时任何空吸泵都不能把水提高三十码以上。他试图解释这个现象，但他得出了错误的理论。然而，他的学生托里拆利(Torricelli)和维维阿尼(Viviani)确实创立了关于水的高度与大气压力之间关系的正确理论。这个理论不仅使得建造工业用空吸泵成为可能，而且对于科学理论本身也有有益的影响。在这个理论的基础上，托里拆利制成了气压计，这是一种早期研究中很有价值的工具。而且，冯·古厄里克在十七世纪利用泵来获得真空，这在今天已为人所熟知。这导致了所谓的"空气泵"的发展，利莱说，后来空气泵"在像波义耳

---

55 S·利莱，"社会方面"，第386页之后随处可见。

这样的人的手中，也许变成了十七世纪科学进步的最重要的仪器。"[56]科学和技术是相互获益的。

所有这种例子，也许足以说明经济对十六和十七世纪的科学产生了影响。那个时期的经济变革是非常巨大的，它们不能促进但能直接和间接地影响新兴起的科学。当我们在谈论在此期间的任何变化时，商业资本主义和探险活动是非常明显的背景因素，必须予以考虑。但是，仅仅考虑这些背景因素，将无法解释任何和所有的变化。这些和其他的外部因素与科学本身中的内部发展是相互交织的。

对科学之兴起的最后一个外部影响——宗教因素——应该被提到，幸运的是我们可以获得一些社会学的调查研究，它们试图建立科学与社会因素的关系应该是什么的模型。这些调查研究就是由德国社会学家马克斯·韦伯（Max Weber）在比较宗教社会学中所做的那些研究，以及罗伯特·K·默顿效法韦伯在《十七世纪英国的科学、技术与社会》中所做的研究。[57]

在对世界上几大宗教——印度教、儒教、基督教、犹太教、伊斯兰教——进行广泛的历史研究之后，韦伯做出结论，即不同社会的宗教价值与态度，特别是它们对于自然的意义及其与超自然的关系所持的不同观点，对于日常的活动有巨大的影响。这一点现在对于我们来说也许似乎是一个相当明显的观念，但是在

---

56 同上。

57 马克斯·韦伯，《新教伦理与资本主义精神》（The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism，由T·帕森斯翻译，London，George Allen & Unwin，1930）。罗伯特·K·默顿，《十七世纪英国的科学、技术和社会》（Science，Technology and Society in Serenteenth Century England，Osiris，IV，part 2，Bruges〔Belgium〕，1928）。（这两本书的中译本已经分别由三联书店和四川人民出版社出版。——译者）

十九世纪末和二十世纪初，当马克思主义和英国功利主义关于经济之首要重要性的哲学观点盛行时，韦伯的理论并非如此迅速地得到承认。韦伯特别感兴趣的是宗教价值对日常经济活动的影响，他主张，对早期近代资本主义的一个基本的刺激是出现在十六世纪加尔文清教主义中宗教态度的新的复合体。这就是韦伯关于"清教主义伦理"对于近代资本主义之重要意义的著名论题。这里，我们关心的不是这个观点，尽管它同韦伯关于科学的主张——这正是我们的兴趣所在——有联系。以他对于这几个伟大的历史社会的知识，韦伯知道，人们在其对于经验世界的适应上，总是或多或少地取得了成功。可是他确信，与他所研究的其他社会的宗教价值相比，希腊一基督教社会的宗教价值对于经验科学的发展更有利。我们已经提到了这些更有利的观点和态度中的一些：自然与超自然的王国相分离的观点；上帝是理性的以及自然的天地万物反映了上帝的理性这种观点；以及人可以在自然的天地万物中发现理性秩序的观点。为所有宗教和所有社会所持的态度是不存在的。例如，韦伯自己证明，中国传统的儒教所持的世界观不同于西方；韦伯所谓的"世界之巫术图像"在中国的突出地位有助于解释中国社会中科学的缺乏。[58]

这里，一个直接相关的问题是韦伯提出的加尔文清教主义，或者他所称呼的"清教伦理"，对于科学的发展是一种特别有利的基督教的态度。加尔文主义把中世纪理性主义的伟大力量带入了日常生活之中，因而刺激了经验科学，因为加尔文主义神学认为以可能的最理性的方式安排他的各种"世俗"的活动，经济的和其他的活动，是人的宗教责任。当然，几个世纪以来，这

58 马克斯·韦伯，《中国宗教》(The Religion of China，由哥斯〔H.H.Gerth〕翻译，Glencoe, Ill.: The Free Press，1951)，第六章和第196页以后各页。

一宗教态度逐渐世俗化，直到理性经验活动之目的和正当性不再直接地而仅仅间接地是宗教的问题。然而，在十七世纪，当这种正当性仍然是宗教问题时，新的加尔文主义世界观对科学的成长提供了一种强烈的推动力。似非而是的是，加尔文主义神学的超自然神谕禁止关于经验世界的理性思想。

就像我们已经说过的那样，美国社会学家罗伯特·K·默顿接受了韦伯的观点，把它特别地与十七世纪英格兰的加尔文清教主义联系起来，并且给予了一次详细的经验检验。这里，我们只能概要地报告一下这一检验。首先，默顿主要利用皇家学会《哲学会报》上的论文做为他的证据对十七世纪英国的科学活动做了详细的定量研究，并且阐明积极从事科学的清教徒的数量以及他们促进科学的程度，较之其他的宗教团体以及特别是天主教团体，大得不成比例。默顿还附带地搜集了统计证据，以显示清教徒相对于天主教徒不成比例地参与了科学，这一点对于欧洲大陆以及对于英国来说一直持续到现代。59 对于这种差别，就美国的情况而言，我们将在以后更多地谈及。

然后，默顿转到了一组构成加尔文清教主义的宗教信条与态度，这些信条表达在神学著作中，布道中，以及向世俗之人提供精神指南的书中。正是这组信条，正是这种简称为“清教伦理”的东西，造成了对科学活动之倾向中的差异。这些信条是什么呢？清教徒持下列观点，即人可以通过理解自然界来理解上帝，因为上帝自己显现在自然界的杰作之中。因此，科学与宗教

59 参见让·佩森尼尔（Jean Pelseneer），“近代科学的清教主义起源”，载LYCHNOS，1946—1947，第246—248页。一项统计研究表明，在十六世纪，倾向于清教主义的科学家的数量多于依然信奉天主教的科学家。佩森尼尔说道，“我们可以得出结论，近代科学的兴起需要宗教改革。”

不是不相容，反而是信仰的坚实基础。他们觉得，由于“辛勤劳作”如果不是一种考验就是一种选择拯救的标志，由于人们可以通过社会功利主义来使上帝增添光彩，那么科学之所以是正当的是因为它是一种辛勤劳作和改善社会的有效手段。而且，他们赋予理性以高的价值，这是因为只有人被上帝选中而拥有理性，还因为理性约束着懒惰和偶像崇拜。清教徒不因其自身的缘故而尊重经验世界，但是经验世界做为理性的、有秩序的活动的场所——这对于科学是如此有用——却得到了上帝的证明。这些宗教观点对于科学活动的意趣相合性是显然的。默顿在总结时说道，“在清教伦理中，**理性主义和经验主义**的结合是如此显著，它形成了近代科学的精神本质。”[60]

我们利用了默顿的研究，来表明宗教因素对近代科学之兴起的影响，但是我们也会重复道，这在关于科学的社会研究中具有广泛的方法论的影响。一方面，在表明在特定场合和时间科学活动之间的**某种直接和特殊的**关系上，它有着基本的科学的优越之处；另一方面，在表明某种经过仔细定义的和分离的社会因素上也是如此。例如，默顿并未宣称清教主义在整体上对科学具有这种有利的影响，而仅仅是加尔文主义，仅仅是处于某一既定发展阶段的加尔文主义。最后，像韦伯一样，默顿并未宣称十七世纪英国的清教徒有意打算造成科学与“清教伦理”之间的这种关系。社会对科学的影响，像我们已经提到过的科学对社会的相反影响一样，恰好是在无意识的时候常常是最强有力的。

到这里，我们可以停止我们对科学之历史进化的所有过分简要的说明了。我们相信，没有必要来进一步例证这六个主题

60　R·K·默顿，“清教主义、虔信主义与科学”，载他的《社会理论和社会结构》的第十四章。

了，它们在后几个世纪——继我们刚刚在谈论的那个时期（近代科学兴起的时期）之后——的科学史中，可以得到最好的显示。下一章，我们将转到说明最有利于科学在二十世纪的世界中维持一个高水平发展的社会和文化因素。从现在起，我们将更感兴趣于分析充分发达的科学之本质和状况，而不是在于科学进化的历史。

第三章 现代社会中的科学：它在自由社会与极权社会中的地位

在讨论了科学的历史发展之后，现在我们就可以理解在何种意义上说科学在现代社会中是独一无二的——就像我们经常听到的那样——这种说法是正确的。我们说科学之独特，不在于种类，而在于它极其广阔的范围和高度发展的水平。只有在现代社会中，我们才能发现，从更早形式的经验理性发展出来的要素和独立于科学的（就如我们所知的）要素奇特地结合在一起，这些要素包括：高度概括化和系统化的概念框架、大大扩展人之观察能力与控制材料能力的实验设施、较大数量的职业科学工作者以及科学在人民大众与精英之中获得的广泛赞同。

然而，要素的这种结合，我们所知道并且认为当然的这种科学，并不是随机的，也不是必然的或不可改变的。近来发生在纳粹德国和苏联的事件已经证明，至少是科学的某些部分可能既有衰落也有成长，也许甚至完全遭到窒息。简言之，科学不仅像我们在前几章所看到的那样依赖于其所处的社会环境，而且对于某些类型的社会条件比其他类型的更适应。近来，塔尔科特·帕森斯一直关注科学与现代社会之间的这种关系。他说，“科学最初是与整个社会结构和文化传统结合在一起的。它们彼此相互支持——只有在某些类型的社会中，科学才能兴旺发达，反

之，没有科学之持续的和旺盛的发展与应用，这样一种社会也不能正常地运行。”[1]

在本书的其余部分，我们将自始至终尽可能对科学与社会的关系进行详细的分析。可是，在本章中，我们想给出一个关于这些关系的较宽泛的观点，这种观点对于随后进行更好的分析是必要的基础。我们想把那些相对宏观的社会条件中的某些分离开，这些条件在与其他社会的比较中刻划了现代西方世界的特征，并使得高水平的科学活动与进步成为可能。因此，我们将谈到诸如我们的理性文化价值、我们的高度专业化的劳动分工这样的事情以及这些事情对于科学的重要意义。我们不关心我们社会的这样一些特征是怎样通过经历许多世纪的社会变迁（包括属于科学本身的那些变迁）而演变成的。我们感兴趣的仅仅是它们现在与科学意趣的相合——帕森斯教授谈到的那种意趣相合。

拣出这些广泛的特征之目的，不在于精确地描述现代社会就是什么。现在我们需要的是一种模型，像一些社会学家所称之为的“理想类型”，这种类型的社会是与其他社会相比较而言的。在现代世界的不同社会中，这种模型无论在何处都没有得到充分的实现，但它实现的程度有大有小。我们可以使用我们的模式——我们的一组现代社会的特征——做为对于这些不同的现代社会为科学发展提供的相对有利条件之程度的一种粗略但却是有用的量度。特别地，这种考察将表明，某些“自由”社会（例如，美国和英国）在某些方面要比某些“极权”社会（纳粹德国

1 塔尔科特·帕森斯，《社会科学：一种基本的国家资源》，未发表的手稿，1949年；也可参见塔尔科特·帕森斯，《社会系统》（The Social System, Glencoe, Ill.: The Free Press, 1951），第三章。

和苏联)对于科学更加有利。我们说后一类国家对于科学是“不太有利的”;我们不是说科学对于它们是“不可能的”。这不是一个黑白分明的问题，这只是一个在不同的相关社会中有利程度不同的问题。现在，关于这些事情的意识形态思考确实是绝对的;例如，它谈论“纳粹德国中科学的灭亡”。在现代世界，绞杀科学更加困难了。这种想法将不能把我们带向一种对于认识我们的价值以及真正的科学理解是有用的科学社会学。

每一个人类社会都有标志某些种类的社会活动的一组文化价值，一组道德偏好(moral performance)，以区别于另一些社会活动。让我们首先看一看刻划现代世界之特征(有别于其他社会)的文化价值系统，这些价值不仅在科学之中，而且在许多其他的社会活动之中实现自身。这是一组深深扎根于社会的道德偏好，它使得我们所知的科学之独一无二的高度发展成为可能。这是一组我们必须比较强烈地维持的价值。当然，这些价值不是官方的，甚至也不是正式经过整理的，所以我们这里给出的特殊的价值清单，只能是做为许多试图发现它们的学者与精神领袖的一致意见而提供出来。然而，任何类似的价值清单大概都会与这个清单具有很大的重叠，尤其是当通过严密的分析仅仅消除了字面上的差异之时。无论如何，对于在现代西方社会中的科学与其他基本的活动，这些价值具有重要意义，即使最终难以精确地按等级把它们描述出来。

我们必须谈到的关键的文化价值之一是**合理性**(rationality)价值，这一道德偏好与科学的意趣相合是显然的。现在我们指的不仅仅是合理性的实践，因为我们已经看到它发生在所有类型的社会之中。所谓“合理性”价值，我们意指对于遍及社会之广阔领域的这种实践给予道德上、情感上、“建制化的”(如社会学

家们所说）支持。这种支持在于它为试图把所有的人类存在现象都变成更一致、更有序和更概括化的理解形式的尝试提供关键性途径。这种合理性是特殊的，它不同于一直是以前所有类型的社会的一种突出特征，即“传统主义”的文化价值。按照其自己的条件，这种价值赞成无论存在什么都接受，这只是因为它已经存在了；这种价值不希望根据理性一致性和普遍性对现实存在的东西予以批判。现代人的“理性癖”（托斯坦·维布伦〔Thorstein Veblen〕是首先将其他社会的习俗加以比较的人之一）致使现代人在各个方面诘问世界，分析所有仅仅是由于“习俗的支配”而流传到他这里的现象。现代世界人认为，理性规则比习俗和礼仪更重要。

与科学相比，这种合理性价值更多地构成我们的社会的基础，尽管它当然是在科学之中得到最令人难忘的体现。例如，我们的经济活动只能以其现在的形式得到维持，这是因为这种价值在民众之中广为散播。经济领域行为的道德规范，也即是工业效率与所有事务中井然的秩序之合理性，是来自经济活动外部的标志。当我们赞扬“自由探索精神”时，我们指的是合理性价值的另一方面。那种精神主要是由专业群体，特别是由在这些群体之中的科学家们来发挥的，但是这种精神在所有社会群体中是一种文化理想。我们说，任何人都有权利提出问题并使“他自己”感到满足，这里我们指的是他的理性。的确，这不仅是一种权利，也是一种义务。这就是说，关于合理性价值，在我们的社会中存在着一种值得注意的积极品质。它要求人力求合乎理性地认识并且通过一种连续不断的积极努力（而不只是在事件使他受到挫折或阻挠他的时候）来控制其所有的事物。在科学界本身，这种合理性的精神变成了一种建制化

的处于自我完善阶段的无止境的探索，常常是提出新颖的和更普遍的假说。现在，在这个世界或这个社会，我们的文化所赞成的积极合理性贯穿所有的领域。

当然，就像我们所熟知的那样，这种积极合理性不可避免地会与社会中某些已经建立的习惯与活动相冲突，例如，与宗教的“神圣”信仰或者与古老的经济惯例相冲突。这些其他的活动抵抗着合理性的“进攻”，有时是激烈的，但在我们近来的历史中，更经常的是缓慢适应这种无节制探索之侵蚀性影响。当我们在后面讨论科学的社会影响时，我们将更加严密地考察这种对合理性之抵制的根源及其对科学的意义。在这一点上，我们需要注意的是，尽管从它所诘问并批评的某些事情之中存在着反攻和抵抗，但在整体上，一定强度的合理性价值始终是盛行的。尤其是它体现在科学的结构和影响之中，所以，积极合理性是伟大的物本论的来源，因而在现代世界中打下了烙印。

对于另一种现代世界之重要的文化价值，我们需要一种术语，叫“**功利主义**”(utilitarianism)，即使这个术语具有某些我们在这里并不意指的并且因此将特别排除在外的涵义。功利主义价值是指现代人的主要兴趣在于这个世界，这个自然界的事物，而不是在于像超自然拯救这样的其他世界的事物。这一价值也显然有利于科学的高度发展。与人们所说的中世纪的理性相反，近代理性主要是把理性应用于日常生活的经验现象。在我们关于近代科学之兴起的讨论中，我们曾经指出，这种日常的经验合理性在某种程度上是派生于由加尔文主义的新教伦理所规定的对现世事物的积极兴趣，马克斯·韦伯对这种兴趣进行了出色的分析。然而到今天，这种对于世俗活动的兴趣已经几乎变成完全自主性的，几乎完全基于从更早的宗教兴趣的奇异派出物，

以及基于其他发展的结果。或许，功利主义的这一部分来源在于特殊的宗教兴趣，这应该清楚地表明，功利主义价值并不一定是使人反感的“唯物主义”。唯物主义与功利主义之间没有同一性，某些反对功利主义价值的人坚持将二者等同。虽然唯物主义是功利主义之一个可能的结果，但对于现世事物的一种“理想主义的”关心也是可能的。这些理想主义的功利主义的证据广泛分布在社会改革和社会自愿捐助制度之中。然而，在科学界本身，可以发现对于理想主义的功利主义之存在的最严格的证据。当我们概述做为一种独立的社会活动的科学的特定文化价值时，我们还将再次提及这一点。

我们的文化所赞成的**普遍主义**（universalism）仍然构成了与高水平科学活动之维持特别意趣相合的另一种价值。这种价值派生于并且依然最主要地表达在基督教的人在上帝那里是同胞的理想之中，它在现代工业社会中有一种奇特的意义。它意谓着所有人都可以自由寻找生活中的职业，以实现他们的价值。它意谓着每一个人在生活中的地位是基于他在他的职业中——也就是在工业社会中，在他的“工作”中——成就的结果。任何人都可以竞争任何职业职位，都可以在一个职业等级体系中竞争任何特定的地位。举一个非常特殊的情形为例，任何具有成为一名科学家之天资的人和渴望获取那个职位的人，都有同给予所有其他人一样大的社会权利来这样做。做为美国式的表达，普遍主义的价值就是无论种族、肤色或宗教信仰，人都可以成为一名科学家。而且，一旦一个人成了一名科学家，他就有权根据普遍主义的规范（它适用于所有具有这种职业和身份的人）受到所有的科学家同行和所有的同辈市民的对待。普遍主义得到充分实现的地方，犹太人和黑人就不会被拒斥于科学或其他任何

职业大门之外。而且就科学本身而论，也不存在“天主教的”科学、“犹太”科学和“德国人的”科学。在普遍主义价值得到最完全地实现的那部分现代世界中，普遍的科学兴旺发达。

另一项在现代世界（与在其他的社会相对照）中具有极大范围的文化价值，我们将称之为**个人主义**（individualism）。此价值指的是受个人良心而不是受有组织的权威的驱使这一道德偏好。我们具有自由主义的信念，它就像功利主义一样，部分地派生于清教主义神学，对于所有以我们自己的良心行事的行为，寻找契机是我们的责任。现代人以一种新出现在社会中的方式忌恨有组织的权威的支配。正是这种态度与科学最为意趣相合，科学拒绝任何有组织的、特别是非科学的权威对真理的压制。对于科学知识来说，正确性的规范也是个人主义的，这些规范不是被赋予在任何非正式的组织之中，而是在个人的良心之中，在那些仅仅是为此功能而非正式地组织起来的科学家们的判断之中。科学家们对于所谓的科学中的“计划”抱有一些怨恨，（当我们以后讨论这个问题时我们将更充分地看到这一点，）这种怨恨来自他们的个人主义的恐惧，即担心在科学的控制中，正式的有组织的权威将替代非正式的同行评价。

现代世界的最后一个文化价值似乎是重要的，这就是**“进步”与社会改善主义**（“progress” and meliorism）的价值。在今天的社会中，存在着一种广泛散播的信念，即我们在前面已经讨论过的所谓积极的合理性能够并且应该改善人在这个世界中的许多境况。与此相伴随的是相信并赞同这个世界的“进步”，这种进步并不一定是一种单线的进化，但是它总是以一种积累的方式进化的，其中科学与理性知识都是积累的。在一个重要的方面，这种价值也在基督教的至善主义和清教的积极行动主义

中有其根源。当然，对于“进步”与社会改善主义的道德偏好与科学的基本动力是非常意趣相合的。尽管在特殊的情况下存在局部的阻碍和敌对，但是在总体上，现代社会对直接和间接地由科学进步所促进的无数创新一直是竭诚欢迎的。如果说生活在不稳定和变化（这是科学赋予社会的永恒特征）之中是艰难的，而且我们都知道有时竟是多么艰难，但我们仍然把科学做为一种“进步”和社会改善主义的动力而赞同之，这使得我们更加愿意维持这种状况，以变坏事为好事。

以上这些就是我们在现代世界中发现的价值，它们使得这个世界同科学是如此奇特地意趣相合。[2] 我们已经说过，它们在不同的社会中得到了不同的实现，过一会儿我们还将谈谈为什么会如此。我们还将马上注意到，这种价值系统即使在实现得最充分的社会中，其构成也不是僵硬的。在所有社会中，对于所有文化价值总是存在着某种矛盾心理。例如，在现代社会中，对于像合理性价值这样的事情以及对于科学本身，确实存在着矛盾心理。由于社会变迁之重要的可能性正是在这种矛盾心理中产生的，所以即使是在做为社会核心的文化价值中缺乏刚性也是必要的。以后，我们将详细讨论社会对科学的某些矛盾心理，这些矛盾心理是与科学的社会后果相联系的。任何衡量这些社会的社会学模型，无论多么粗略，都必须是一个动态的模型。

除我们已经挑出来的文化价值之外，与其他社会相对照，在现代世界中还有某些社会条件对于高水平的科学活动特别有利，如高度发达的社会分工、允许相当大的社会升迁的社会阶层

---

2 在林德赛（A.D. Lindsay）的《现代民主国家》（The Modern Democratic State, New York: The Oxford University Press, 1947）中，可以找到对于自由民主社会的价值之起源与本质的出色的分析。

体系以及允许多权威之自主性的政治体系。在讨论这些社会条件时，我们将构建一个模型，它并不是在任何地方都得到充分实现，而只是在不同的社会得到不同程度的实现。这些社会条件，或者像社会学家们称呼的社会结构，不仅与科学特别意趣相合，而且与所有的做为现代世界之特征的文化价值意趣相合。然而，这些社会条件不仅仅是那些价值的派生物。对于所有可能与它们意趣相合的事物来说，社会结构与文化价值有一些独立性。例如，按照文化价值行事的社会行动可能会摧毁社会结构，这就是纳粹所做的事情——依靠他们对情感性非理性之文化价值的信仰削弱他们的工业体系。当然，反之，一个社会中社会结构的变化对其文化价值也有影响。例如，在美国社会中，我们硬把"安全"做为"自由"的对立面，这种正在增长的价值部分地是发生在我们的经济系统中的变化的一种后果。因此在一个社会的不同部分之间存在这些相互的影响，所以我们不得不既考虑社会结构又考虑文化价值，就像我们在这里将要做的那样。现在我们从职业体系开始，考虑这些具有特色的现代社会结构。

在任何社会中，无论它是小的、无文字社会还是大的、"文明"社会，都存在着某种劳动分工和某种职业功能的特化。然而，这种分工和特化的程度在已知的社会之中是极其不同的。例如，在其最简单的形式上，劳动分工可能只是在男人和女人、成人和孩子的工作职能之间存在差别。但是，即使在这种相对没有分化的结构中，群体之特殊的成员在某些工作中具有的技能或技巧通常是得到承认的，至少在某种程度上这样一些人在群体职业工作中被非正式地承认为领袖。因此，在马林诺夫斯基描述的特罗布兰德岛民之中，有在建造装有舷外铁架的独木舟上具有较高经验和技能的"独木舟专家"，他们因而在任何这种事业

中都是领袖。只有在很小的群体中才有我们刚刚描绘过的最简单的劳动分工。就是在一个中等规模财富与技术亦有中等大小之积累的群体中，劳动分工也使许多特化的职业角色相分离。这样一些职业角色通常以一种不同于现代工业社会的方式同其他的社会角色相溶合。这就是说，它们并非是典型地从手工艺人所具有的家庭角色分离出来的。例如，手工艺人的工作技能和农夫的工作技能是从父亲转给儿子并因此转给下一代的。家庭与工作之间的这种紧密联系体现在工作场所上，因为在这种其他类型的社会中，工作场所和家庭居所不像我们那样是分开的，而是在同一个地点。

现代工业社会则很不相同。它已经把劳动分工推进到一种极其专业化的程度，这种专业化迄今为止在人类社会中不为人所知。例如，举美国为例，由美国劳工部就业管理局编写的职业名录辞典花了一千多页的篇幅来列举存在于这个国家的不同工作的名称和情况。该辞典收录了一万七千个不同的工作，这显然不是一个完整的名录。单在美国纺织工业，就有大约一千八百五十类特殊技能。[3] 而且，在理想上，这些工作的分配是建立在忽视家庭联系之差异的基础上。它们应该是一个仅仅基于功劳的职业成就体系中分散的点。这种专业化的、与家庭分离的职业体系在人类社会的历史中是一个后来发生的现象，它对于一种工业化类型的社会之成功的运行是极其重要的。正是由于这个原因，纳粹企图重建“种族”和家庭的标准以安排职业的功能，是对其工业体系的一种威胁，无论怎样纳粹都不可能有意识想

3　摩尔(W. E. Moore)，《工业关系与社会秩序》(Industrial Relations and the Social Order, New York: The Macmillan Co., 1946)，这些在第57—58页上给出。

使他们的行动形成这种结果。

从我们刚刚描述过的劳动分工的多样性来看，科学家之职业角色，决不是“自然”出现的，更不用说科学之极其专业化的子部门了。除了在近几百年内，科学在很大程度上一直是专心于其他工作的职业角色的副产品，而不是由技术观测设备来检验的普遍性概念框架之发展的副产品。在从事其他工作时，手工艺人经常产生实实在在的理性经验知识，有时是完全无意的，有时是有意识的。但是，只有在现代工业体系中，随着其复杂的劳动分工体系的形成，社会才承认并非常赞同为那些其职业（也只有这个职业）是了解科学并促进科学发展的“工作人员”所安排的位置。事实上，直至近代科学兴起之后，这种职业位置才大量涌现。我们已经看到，十六、十七和十八世纪的伟大的科学家们，都是典型的“业余爱好者”，或者是那些经常把科学做为其非本职工作的人，而无论他们对科学的热忱到底怎样。那些当时从事科学的人经常靠其他办法谋生，他们从事科学工作时，确实尽了最大的努力。本杰明·富兰克林就是这样一位科学家，他是一位做出了伟大的科学成就的人。[4] 如果“业余爱好者们”特别幸运，他们或许能找到一位赞助者，此赞助者崇拜科学，并因此会给他们提供研究资金。社会作为整体并没有明确规定并普遍赞同科学家们的职业。就像我们将在以后详细看到的那样，直到十九世纪末，西方社会才为大学、工业和政府中的大量科学家奠

4 参见《本杰明·富兰克林的实验：富兰克林的“关于电的实验与观察”的新版本》（Benjamin Franklin's Experiments: a new edition of Franklin's "Experiments and observation on electricity", Cambridge: Harvard University Press, 1941），由I.伯纳德·科恩（I·Bernard Cohen）编辑并撰写一个评论性和历史的导言。

定了稳固的社会基础。在二十世纪，大量科学家的职业角色，被人们认为是理所当然的，是获得社会赞同的，因此我们觉得有必要指出事实并非总是如此。由于其不同类型的职业非常之多，由于其极其专业化，由于其进入专业协会的内部组织（我们将在以后更加详细地谈到这个问题），精致的科学之职业结构现在已成为为现代工业社会所必需的复杂的劳动分工之基本的一个部分。我们将看到，这一点对于像苏联这样的共产主义工业社会同对于像美国或英国这样的自由工业社会是同样正确的。科学之持续的进步有赖于社会为科学工作者提供大量专业化的职业角色。因而，这种角色之数量和这种专业化的任何削减，都将会潜在地削弱科学。

在现代工业社会中，科学之进步还以另外一种方式与复杂的劳动分工相联系。不仅科学及其成果是高度专业化的，而且工业与技术的精致的专业化也必须利用科学的成果。塞格弗里德·杰迪恩（Siegfried Giedion）在其极具洞察力的著作《控制机械化》中已经阐明，我们所熟悉的这种工业技术做为一定种类的社会组织的功能同做为一定种类的科学知识的功能是一样多的。[5] 例如，工业装配线是在劳动分工中的一项重要的社会发明，无论我们拥有的科学知识多么多，没有这项发明，现代机械技术就是不可能的。因此，由于科学和技术现在是极其相互依赖并且彼此促进的，两者基本上都依赖于伟大的劳动分工的维持，它是现代工业社会的一个基本的特征。

更能代表现代世界而不是其他社会之特征的阶层体系的类型，即社会学家们所称的“开放阶层”体系，也就是相对大量的社

---

5 S.杰迪恩，《控制机械化》(Mechanization Takes Command, New York: Oxford University Press, 1948)。

会升迁受到赞同的一种体系，也同高水平的科学之维持特别意趣相合。这是因为社会流动性使社会具有这种功能。这就是说，不论原因可能是什么——这些原因似乎部分是遗传的，部分是社会的和心理的，在任何既定一代中，某一社会的社会精英并不完全在下一代中再生产出它的后继者。这一点是正确的，不管精英必须具备的技能是什么，无论是军事的、行政的、科学的，还是其他种类的技能。因此，在任何社会中，某种形式的精英之社会复制是必需的，这一点在不同社会中通过不同数量与类型的社会流动来实现。如果在一个社会中，流动的渠道(例如)近乎封闭，那么精英可能就不能以足够的数量再生产出其本身，其后果是损害社会的有效运行。

在任何既定的一代，精英集团之社会再生产的必要性，对于科学似乎同对于其他任何活动一样重大，也许是更加重大。因为科学家们必须具有的高度发达的和高度专业化的才干，科学的进步，要求科学是一个"向才能开放的职业"，在其中出现在较低阶层的才干可以升迁到专业科学阶层之中。在现代世界中，很大程度上是这样的。如果科学工作人员大多数是平庸之辈，其职业位置仅仅是基于家庭出身而归于他们的，那么科学不久就会停滞不前。除家庭以外的其他特殊标准对于科学是同样危险的。无论"种族"，国家集团还是阶级，对科学才干都不具有专利权。由于这个原因，当纳粹把所谓的"非亚利安人"排除在科学职业之外时，科学就遭受到很大的危害。一个开放阶层体系，向所有的才能提供机会以表现其自己，这与科学的进步最意趣相合。当然，这两者的关系是相互的。由于科学在每一代都提供一定数量的对成就开放的受到高度尊重的职位，它为一个开放阶级的社会扮演着一种重要的合法化功能。我们可以说，哪里

的人们必须并且可能升迁，哪里的社会与种姓等级制度之观念就将更加难度时光。

在现代世界中，科学与开放阶层体系有另一个重要的联系。尽管把人们吸引到特殊的职业生涯有许多不同的动机，但是在开放阶层体系中授予任何既定职位之声望的程度，在人们对向他们开放的各种职业之中做出选择时是一个重要的特别的因素。在现代社会中，科学阶层具有较高的声望。就像我们将在后面看到的，在关于职业可能性之天平的公众评价上，科学家之职位的等级近乎顶端。确实，社会对科学及其实践者的尊重即使是在那些相当忽视科学之性质与功能的集团之中也是普遍的。我们将看到，这种对科学阶层的一致意见也是苏联社会的特征，尽管对于个别科学家们的活动存在干涉。相反，在纳粹社会中，至少对于科学家们的声望存在一种矛盾心理，甚至存在一种大大降低科学家们社会地位的敌对行为。当科学的社会声望降低时，它所吸引的人就更少了。从整体上来看，科学家在现代世界所具有的高社会地位，表明公众承认科学家之功能的社会重要性，没有哪一个现代工业社会能承受得了大大降低其地位或忽视其功能所造成的后果。

如同一个高度发达的劳动分工和开放阶层体系一样，权力集中程度不大的政治体制类型也特别与科学意趣相合。当然，这种“自由”类型的政治体制相对于其他类型的社会体制来说是现代社会之独一无二的产物，尽管它的范围即使在现代世界也只是部分的。如同我们在以后将更加充分地看到的那样，在经验科学现在已经达到高度发达的国家中，科学之有效的运行除了有限的几种外部控制之外需要很大程度的自由。没有大量的自我控制，科学就不能前进，我们所指的是由职业科学家们自

已在其非正式的和正式的组织中所实施的控制。总的看来，这种基本的自主性在现代世界中已经给予了科学。在近代科学兴起之前，这种自主性与教会的等级制宗教组织不相容。最近，对科学之自由的威胁最经常的是来自等级制的政治组织，尤其是在纳粹德国和苏联。那里的科学工作不是按科学活动的准则而是完全以极权政府的政治与社会需要来评判，哪里的科学进步就受到妨碍。现在，并不是所有的现代社会都为科学提供同等有利的政治条件。[6]

在我们关于科学之社会方面的六个主题的讨论中，我们已经看到，像其他的社会活动一样，科学的自主性是相对的而不是绝对的。科学从来没有也不可能绝对不受社会中其他因素（当然，包括政治因素）的一定控制。科学的自由是一个程度的问题，是一个自我控制之特殊形式的问题。在整个这本书中，分析这些特殊的形式，阐明它们对科学进步的作用，这将是我们的目的。相应地，这样一种分析将指出哪些种类的控制对科学没有损害。我们不能把科学与社会的其他部分对立起来；科学社会学的工作是确定二者间最有成效的联系类型。

此外，科学和政治体制之间的关系可能会变换其特殊的形式，尽管对于科学之相对自由的一般要求未变。这样一些变化需要基于理解之上的调整。例如，在美国社会中，尽管科学的自主性一直具有高的水平，但是科学与政治结构之间的关系已经发

6 乔治·兰德伯格（George Lundberg）在《科学能够拯救我们吗?》（Can Science Save Us?, New York: Longmans, Green and Co.,1947）一书提出了一个错误的观点，即在任何类型的政府统治之下，科学都可以同等地兴旺发达。也可参见弗兰克·H·奈特（Frank H. Knight），"靠科学来拯救：根据兰德伯格教授的信条"，《政治经济杂志》（Journal of Political Economy），55（1947），第537—552页。

生了变化，特别是在近二十年。随着科学的进步以及科学在其社会影响和社会有用性上的扩大，科学进步的结果已经变成了政治问题。自三十年代的大萧条以来，美国政府不断地并且在一个相当大的规模上关注科学的政治问题。这种关心程度在战争期间明显受到限制，尽管如同我们将要看到的，美国政府在一个相当长的时期一直多少有点关心科学。自第二次世界大战以来，这种关心比以往任何时候都更甚，因为科学与国防和国家安全的关系很密切，所以科学与政府有了越来越密切的联系。这种变化引起了哈佛大学校长康南特的注意，他本身在这种关系中一直是一位积极的和有力的参与者。他说："国会议员和联邦政府的文官已经卷入了一些复杂的问题之中，它们在很大程度上变成了对于科学和工程问题的评判。无疑，政治与科学，曾经是相当分离的活动，现在已经变得相互嵌合了，而齿轮的磨擦却时常产生奇怪的和令人厌烦的噪音。"[7] 关于这些新问题中的某些问题，我们将首先在我们关于美国政府中科学的地位，其次在关于科学的计划的讨论中予以考虑。然而，尽管存在这些问题，必要种类的对科学的自主性似乎在这个国家一直是得到保障的，最幸运的是，这种自主性不仅是对于科学的，而且也是对于整个社会的。

因此，这是"理想类型"，这是会对科学及其进步提供最有利的条件的文化价值与社会结构体系的模型。在现代社会中，人们在何种程度上找到所有这些东西——合理性、功利主义、普遍主义、个人主义和社会改善进步论这些文化价值，以及高度专业化的劳动分工、开放的阶层体系和非极权主义的政治体制这些

---

7 康南特(J.B.Conant)，"二十世纪中的科学与政治"，《国外事物》(Foreign Affairs)，28(1950)，第189页。

社会结构，科学就在何种程度上兴旺发达。

在着手把这个模型简要地应用于分析现代世界某些“自由”和“极权”的社会之前，我们必须提醒我们自己，这个“理想类型”具有局限性。构成我们这个星球的文化价值和社会结构对于科学具有关键的重要性，但是它们并没有穷尽在现代社会中以某种方式与科学之成功有关的因素。在任何既定的时间内，某些其他的条件也是重要的。例如，除去文化价值和社会结构，在一定既定的社会中已经累积了多少科学知识，这对于科学是一种巨大的差异。因此，当纳粹德国背离了普遍主义之价值时，它依然具有一种差别，即更早的德国社会已经累积了大量纳粹社会依然可以得到的科学工作。与此相类似，在两个具有大略上与我们的模型同样相反的文化价值与社会结构的社会中，有更多的积累下来的经济与自然资源，有更文明的、受到更多教育和更有技能的民众，对于科学做为一种形式的力量的优点具有更加得当的意识的那个社会，将更有利于科学的发展。我们把这些以及其他的社会因素放在这里的考虑之外，尽管对于任何一个既定社会的全面分析必须把它们包括在内。在以后的几章中，我们将提及这些因素中的某些；例如，我们将谈到继承下来的科学知识实体在科学发现与发明中的重要性。可是，此时我们想把那些经常被忽略的文化与社会因素分离出去，尽管它们也具有战略性的重要意义。

特别是在我们明确并且附带地论及在美国、纳粹德国和苏联的情况之后，也许难以再次说我们刚才构建的对于科学之有利的社会条件的“理想类型”，是更接近于在现代世界中我们所谓的“自由”社会而不是我们所谓的“极权”社会的一种描述。然而，在现代世界中，这两种社会都至少具有某些对于科学是基本

的特征：例如，基于高度专业化与高度理性化的劳动分工的工业经济。这一点应该提醒我们，不要基于像"自由"和"极权"这样粗略的二分法去对科学的状况做绝对的分类。的确，我们将要简单谈到的两个所谓的"极权主义的"国家——纳粹德国和苏联——，虽然不像美国或英国那样有利于科学发展，但是这两个国家都因相当不同的以及某些类似的理由而相对不利于科学。的确，从广泛的比较角度来看，如果拿整个社会与整个社会来比，纳粹德国大概要比今天的苏联更加偏离我们的"理想类型"。这两个国家之间的这些重要差异，可以根据我们关于这一点的讨论分析出来。

现在，我们将很少在超越我们已经给出的最一般的标志——在各种不同类型的社会之中，自由社会最有利于近代科学——之外去讨论"自由"社会的科学。在整个这本书的其余部分，我们将非常详细地考察存在于一个"自由"社会——美国——之中的科学。我们将指出，美国在许多方面偏离我们的模型。但是，我们也将看到，这个社会与我们的"理想类型"具有相当大的意趣相合性。例如，我们将发现，美国科学家和人民的价值与"理想类型"的文化价值大体上是相似的。我们将考察，美国的科学家怎样通过一种开放阶层社会的流动渠道，特别是通过其学院和大学而得到补充。我们将看到在美国科学与工业中剧烈的职业专业化，这种双重的专业化对于科学进步是十分有益的。我们还将描述科学职业之相对自主的、非正式的组织结构，并且考虑这种自主性在反对外部政治控制时的作用与问题。我们可以同样容易地对于像英国这样的另一个"自由"社会做这类分析，但我们没有这样做，只是由于方便的缘故，我们将主要谈美国，而只是附带地谈谈英国。尽管贝尔纳自己对于英国科学

的状况不满意，但是他的书《科学的社会功能》很好地显示了英国社会之"自由"的特征与其杰出的科学成就之间的关系。让我们暂且把"自由"社会放在一边，我们将先研究两个不同的"极权主义"社会。

纳粹德国背离了——尽管不是完全背离，但却达到对于它的科学有损害后果的程度——作为我们的"理想类型"之组成要素的三个条件：普遍主义与合理性的文化价值，以及科学之相对自主性的政治条件。完全精确地度量这些损害后果是不可能的，即使现在我们已经能够发现在三十年代以及在战争时期发生在纳粹德国的某些事情。[8] 虽然纳粹科学并未完全被摧毁，如同某些"自由"社会的科学家们在他们对于纳粹革命之首次道德与情感反应的震动之中所预计的那样，但是这种损害是相当大的。

例如，让我们考虑一下纳粹否定普遍主义之文化价值的后果。从正面来看，这种否定意味着美化"亚利安德国人"做为科学家的特殊优点。由于这种态度，科学教学职位的候选者必须满足某些"亚利安人"的体能、道德和"种族"适宜性的标准，这些标准与科学才能完全没有可以确证的联系。[9]当然，从反面来看，这种否定意味着对德国犹太科学家以及对虔诚的纳粹党徒所提及的科学中"犹太魔鬼"(jüdischer Ungeist)的某些事情的粗暴打击。纳粹侵犯犹太人继续做为科学家或者培训专业人员的

---

8 参见莱斯利·E·西蒙(Leslie E.Simon)，《二次世界大战中德国的研究：关于研究之管理的一项分析》(German Research in World War II,An Analysis of the Conduct of Research,New York: John Wiley & Sons, 1947)；以及萨缪尔·A·古德斯密特(Samuel A. Goudsmit)，《沃尔奥斯》(Alsos,New York:Henry Schuman,1947)。

9 李约瑟(Joseph Needham)，《纳粹对国际科学的打击》(The Nazi Attack on International Science,London: Watts and Cox,1941)。

普遍权利的一般后果，明显表现在德国三十年代期间科技人员严重的流失。这里有一些粗略的数字。在1933至1938年间，一千八百八十位第一流的科学工作者从德国和奥地利的大学流亡。英国生物学家李约瑟教授估计，百分之二十五强的德国诺贝尔奖金获得者，占了在被放逐的所有具有科学名望的人的百分之八十。到 1937 年，在德国大学学自然科学的学生人数只有大约1932 年学生人数的三分之一。[10] 再提一下对德国科学的某些特殊的损害。通过把现代原子物理学和相对论物理学斥责为"犹太科学"(同等杰出的)，纳粹党徒把这个完整的学科带到几乎崩溃的边缘，以致它在大学中变得不受欢迎了。当然，这对于在此领域补充新的研究人员并继续从事研究是一个巨大的打击。

然而，德国社会对普遍主义施加限制并不意味着所有进入科学职业的社会流动都禁止了。但是，对犹太人及其他"非亚利安人"的迫害摧毁了科学能力的一个来源，迄今为止他们在德国科学中一直是极其重要的。在纳粹以前的德国科学中，做出杰出贡献的人的花名册中有大量犹太人的名字。

德国也背离了合理性的文化价值，当然这肯定是部分地背离。对于狂热的纳粹党徒来说，建议德国人"以他们的热情来思考"，比基于这一箴言使得一个复杂的工业社会运转起来更容易。在宣传演讲中要比在社会的日常行政管理中，大概会更经常地发现对非理性的尊重。的确，它经常是在宣传中被发现的。例如，德国教育部长赫尔·伯恩哈德·鲁斯特 (Herr Bernhard

---

10 李约瑟，《纳粹打击》，随处可见。也可参见哈特少恩 (E.Y. Hartshorne)，《德国大学与国家社会主义》(German University and National Socialism, Cambridge: Harvard University Press, 1937)；以及罗伯特·K·默顿，"科学与社会秩序"，载他的《社会理论与社会结构》的第六章。

Rust）在 1936 年举行的海德堡大学五百五十周年庆祝会上说："国家社会主义只不过被描述为不与科学为友，如果科学的评价者假定不依赖于前提条件与不抱偏见是科学探索的基本特征的话，我们对这一点断然表示反对。"[11] 大概纳粹领导人引以为荣的非理性对科学之最有损害的后果是他们不想得到的，不是刻意追求的。据报告，希特勒经常取消他的助手的建议——基于理性的调查和计划的建议——而赞赏"第六感觉"。有时，这些半非理性的洞察导致成功；有时导致失败。例如，因为他对于奇袭式武器之非理性的渴望，所以希特勒对于有关科学可能性的疯狂的和骗人的意见是敏感的。在现代世界中，第六感觉是国家决策的一个微弱的基础。与第六感觉所允许的相比，国家政策比较更加经常地是正确的；这就需要最好的可获得的理性经验知识。因此，在现代工业社会的领导以及追随者之中，对于理性给予一种强烈的重要性的评价。

对德国科学最直接的有害影响来自纳粹政府之新的政治极权主义。伟大的德国大学在以前一直是社会的骄傲，但却很快地服从于纳粹党徒的政治控制，他们对理论科学家似乎有一种特别的不信任。不仅许多"非亚利安"的教授被开除，而且其余的人也根据他们对党的忠诚而不是根据他们的科学成就受到权威人士的挑选。结果，有时骗子们竟与有才能的科学家们竞争研究的资金和设备。政治权威可以践踏通过科学研究建立并且由科学同行确证的知识。例如，自1939年起，所有博士学位科学论文都必须提交给官方的纳粹审察官。甚至更早，自1935年起，科学家们参加任何科学会议（无论是在德国还是在某个其他国

11 理查德·格里高利爵士（Sir Richard Gregory），《上着镣铐的科学》（Sciene in Chains, London: Macmillan Co., 1941），引用了这段话。

家）都要经科学会议中心的批准，这是德国宣传部的一个机构，其主任我们在前面已经提到过。当要派遣一个代表团到德国以外参加会议时，他们就来指定一位领导，“这位领导的选择是根据他做为纳粹党之成员的可靠性。”[12]就像我们将要看到的那样，这不是一个令人满意的科学自主性的程度；这不是科学在现代世界中有效运行的方式。

尽管存在这些来自我们已经论述过的三个来源的有害后果，但是德国科学远没有被消灭，如果我们根据它在最近这次战争之前和战争期间的成绩来判断的话。[13]对犹太人的特殊迫害和政治独裁主义，对科学之某些部分的损害要比其他部分多得多。例如，尽管纳粹党徒贬损高等教育和纯粹科学，但是“他们可以加强从事发展的技师与有关人员的地位。”[14]在德国空军中的研究比在陆军中的研究要好得多，因为纳粹德国空军头目戈林（Goering）雇佣了“在技术能力上有才能的知名的纳粹以前的官员，甚至在某种程度上任命米尔克将军（General Milch，一位具有犹太血统的人）为空军技术办公室的战时总管。”[15]显然，纳粹官员之间及内部，总是存在着面对科学之力量的实用主义态度与因其合理性而对科学之精神上反对之间的某种冲突。因此，即使是反理性主义者纳粹党徒，到了战争的中期，在迫在眉睫的战争失败的压力下，也会赞成对于科学研究给予财政援助。然而，这太晚了。虽然如此，我们从关于战时德国科学的讨论中

12 R.格里高利爵士，《上着镣铐的科学》。

13 参见L.E.西蒙，《德国的研究》；S.A.古德斯密特，《沃尔souls》；和杰姆斯·费尼·巴克斯塔，《努力的科学家们》（Scientist Against Time, Boston: Little, Brown and Co.,1946），第7页注释。

14 L.E.西蒙，《德国的研究》，第48页。

15 同上。

得到的总的图景表明，它在整体上仍然是很好的科学，尽管比它在二十年以前要不太好得多。这个科学正是生活在纳粹以前的时期积累下来的基础研究的肥沃土壤之中。如果德国赢得这场战争的话，在未来会发生什么事情是难以预料的。

现在，德国科学在质量方面的这种多样性以及某些种类的科学在纳粹德国保持了相当高的水平，提出了一些重要的社会学问题，对于这些问题我们只能在这里给出一些回答。如果德国科学没有完全被纳粹摧毁，而只是被严重削弱，那么它需要多长时间才能“扼杀”科学呢？的确，在现代工业社会中，科学能够真正灭绝吗？大概不能，大概在这样一个社会中，科学甚至不能被削弱到超出一定的范围，就像纳粹党徒在战争中期似乎发现的那样。他们基于权宜之考虑而不是道德偏好的精神变化是确实的，它表明在现代工业社会中对于科学的绝对需要最终可能导致反对有害于科学的社会条件的一种反应。从短期来看，那些轻视科学并把它置于过多的政治控制之下的人可能会做出大量损害科学的事情，但是我们不能完全精确地知道这个短期是什么。从长期来看，另一个不精确但却是重要的观念就是，科学可能会完全被摧毁。但是只有付出非常沉重的社会代价，即丧失维持一个有效运行中的工业社会的能力，这才可能发生。这不是说即使是短期之内有损害性的所做所为对于一个现代工业社会也是可以容忍的。特别是在一些强有力的工业社会国家在和平以及战争中竞争的世界中，短暂的时期对于社会计划来说也许是重要的时间的跨度。我们不能证明这对于纳粹党徒来说就是这样，但似乎很有可能的是，他们由于改变那些对于科学进步是基本的社会条件而大大地削弱了他们自己。

苏联是另一个现代“极权主义的”工业社会，在那里我们可

以发现，对于科学的过度的政治控制产生了有害的后果。这里，我们必须一丝不苟地说，我们对于这些后果的细节依然知之甚少；在某种程度上，我们知道的甚至少于我们对于发生在纳粹德国的事情的所知。举一件事情为例，即直到最近，据说是直到战争末期以后，苏联对科学的政治控制似乎并不一直是过度的，尽管施加这种控制的巨大抱负已经出现在"纸上"。[16]在苏联，科学的自由在过去曾经比现在要大得多。举另一件事情，由于强加直接的政治控制——如同在共产党赞同以李森科主义反对新孟德尔遗传学时所发生的——，没有足够的时间来仔细衡量将对苏联科学造成的损害。但是，如果纳粹德国的经验有些意义，如果相对的科学自主性如同我们所知的那样是必要的，那么苏联人就将不得不为他们对于至少是其科学的一部分（也许是全部）施加直接的政治控制付出代价。在苏联，对于科学的直接政治控制——例如，对**个别理论**的政治控制应该掌握在一个既定的科学领域——似乎正在从生物学扩展到其他领域，最近扩展到了物理学。

当我们注意到苏联社会的其他方面在整体上与科学是多么意趣相合时，政治极权主义在苏联科学中的扩展就更加引人注目。与纳粹德国相反，苏联人没有背弃普遍主义，尽管在实际中当然也一直存在大大偏离这个价值的事情，特别是在反对"顽抗

---

16 埃里克·艾什比(Eric Ashby)，《苏联的科学家》(Scientist in Russia, New York:Penguin Books,1947)，特别参见第17—29页，第83、99页。在战争期间，艾什比在苏联，并且发现许多人赞赏苏联科学，许多事情在其组织和日常活动上与英国科学是同样的。也可参见穆勒(H.J. Muller)，"科学在苏联毁灭的原因"和"回到野蛮——科学地"，《星期六文学评论》(The Saturday Review of Literature)，1948年12月4日和11日。亲身在苏联工作过的穆勒报告道，苏联遗传学到1935年已经达到了一个高的发展水平，以后由于李森科主义，它遭到了破坏。

的资产阶级"和"国家的敌人"之时。不幸的是，最近强烈的苏联民族主义的上升已经有点削弱了他们对社会普遍主义的支持，但是这是一种在现代世界中并非苏联人所独有的态度。然而，糟糕的是他们现在越来越多地在谈论"苏联科学"和"资产阶级科学"，好像科学不是一个国际的统一体似的。可是，苏联人并没有放松现代世界对于合理性与功利主义之文化价值的强调。的确，在这两个方面，苏联处于西方社会发展的主流之中，如果有什么问题的话，就是他们已经把对于合理性和功利主义的赞同推到了一个极端[17]。哈佛的康南特校长说，"在近二十年期间，克里姆林宫所表示的对于科学的关切，给予不止一个观察者以深刻印象。"[18] 苏联人相当自觉地把科学美化为社会革命与社会规划的手段，而且他们既直接也通过扩大其整个教育体系给予科学以巨大的支持。例如，在1929年开始的第一个五年计划中，苏联政府扩展了科学学会、研究机构、研究人员以及"候补者"，或科学后备人员。仅举后者——候补者——之计划的扩展为例：在1930年，有一千人；在1931年，有二千六百人；在1934年，有四千人；以及在1935年，有六千人。这表明在所有科学活动中有计划的增长的意向。[19] 里昂惕夫(Leontieff)说，"根据一

---

17 对于人类本性之基本合理性的苏联概念的描述，以及对于这种概念在苏联社会中所起作用的一项出色的分析，参见莱蒙德·A·博厄(Raymond A. Bauer)，《苏联心理学界的 新人》(The New Man in Soviet Psychology, Cambridge:Harvard University Press, 1952)。

18 I.B.康南特，"科学与政治"，第190页。

19 W. W. 里昂惕夫爵士，"苏联的科学与技术研究"，《美国斯拉夫与东欧评论》(American Slavic and East European Review)，4 (1945)，第70页。1935年以后的若干年，没有什么综合性的数据是可以获得的，但是里昂惕夫认为，"相信1929—1935年间的扩展率得到保持甚至在以后的几年内有所增加，这是有各种充分的理由的。"

项权威性的声明，在1942年存在着一千八百零六个研究所：四百五十二个从事自然科学和数学中的基础研究；五百七十个从事各种不同领域的工业研究；以及三百九十九个从事农业研究。”[20]苏联人不断地提醒我们，他们整个的社会纲领，不仅仅是“马克思主义”，而且是“科学的马克思主义”。他们感觉，这个纲领对于各种经验的物质与社会的问题都有合理的解决办法，因此据认为它对于实现接近社会进步与社会改良之目标的最有潜力的手段。因此，今天在苏联的所有阶级之中都存在对于科学的真实崇拜。因此，对于按照人类利益合理地主宰自然界，伟大的苏联人也是引人注目的。这种斗争的观念(按苏联的词汇，就是borba)渗透在苏联的所有活动之中。

已经发生在苏联社会结构之若干部分的变化也一直是某种有利于高水平的科学活动之发展与维持的变化。我们最感兴趣的苏联社会之伟大的工业化的某个方面，是科学与其他职业角色的专业化的广泛增加。科学中的专业化与工业技术中的专业化一直是相互促进的，如同它们在现代工业社会中总是会相互促进的那样。当然，苏联社会的这种转变之所以一直是可能的，只是因为实际上存在着未受限制的社会流动，只是因为在这个社会中来自所有集团的科学与其他才能的选择，无论在何处可以发现之。尽管这种社会流动的数量现在似乎有点减小，由于

---

20 W. W. 里昂锡夫爵士，“苏联的科学与技术研究”，第70页。关于苏联科学的组织，进一步参见埃里克·艾什比，《苏联的科学家》；埃尔文·兰格缪尔，“苏联的科学与刺激”，《科学月刊》(The Scientific Monthly，63(1946)，第85—92)；杰拉德·奥斯特(Gerald Oster)，“苏联组织中的科学研究与计划”，《A. A. P. S. S.年鉴》，263(1919)，第134—139页；以及南希·马泽(Nancy Mazur)，《苏联的科学：一项社会学分析》(Science in Soviet Russia: A Sociological Analysis，本科毕业生荣誉论文，Smith College，1951)。

它不可避免，但是它依然似乎与在美国社会中所发生的社会流动相等，而且它对于胜任的科学工作人员的补充是非常有助益的。[21]

虽然所有这些变化都有利于科学，但是朝着对于科学的更大的政治极权主义的变化产生了它相反的影响。让我们进一步引用一下康南特校长之敏锐的观察，"政治家们对科学之全心全意的承认可能导致削弱科学家们的工作，这一点似乎在苏联得到了清楚的显示。"[22] 还没有人能说这些相反的影响怎样才能彼此权重。但是我们可以预测某些可能的后果。由于科学在某种程度上是一个活动与理论的相互联结的网，几部分之间彼此刺激或妨碍，即使对于几个科学领域的政治控制也可能将其有害的影响扩散到其他领域。苏联遗传学的恶化已经将其影响扩展到了生物化学和神经生理学。[23] 也许，更直接的是，在任何既定的科学领域中的政治干预会破坏在这个领域中已经建立起来的科学控制的稳定性。当胜任的科学家们不能有意识地给出政治权威所需要的东西——特殊的实实在在的理论或"定购中的"结果——时，科学狂想徒和急功近利者——像遗传学中李森科那样的人——就会泛起。哪里的科学权威遭到危害或被摧毁，哪里的有资格的人就会害怕就科学理论本身持一种观点，因为政治权威的需要是变化的，而且几乎使得任何观点都是脆弱的。更进而言之，在这样一种情境下，有资格的人会完全避开科学同

---

21 阿列克塞·英克尔斯(Alex Inkeles)，"苏联的分层与流动"，《美国社会学评论》，15(1950)，第465—479页。

22 J. B. 康南特，"科学与政治"。

23 乔斯夫·布洛泽克 (Josef Brozek)，"政治控制在苏联遗传学以后的扩展"，《科学》，111(1950)，第389—391页。

行。“科学之飞跃”也许只是对于科学技术之更具应用性的分支，就像在纳粹德国发生的情况那样，可能是苏联对于科学之政治控制扩展的没有预料到的后果。

在苏联社会中，不是一种而是有两种不同的压力对于近来扩展政治对科学的控制负有明显的责任。第一种压力是得到更多的普遍关注的，即极权政治体系平常评论得较多的是第一种压力，要求把每一种活动包括在它的直接控制的范围之内，以便对任何活动施加有效的影响。这里的分析是如下进行的：例如，为了保持苏联教育体系的“秩序”，共产党必须把它的组织控制强加到“纯粹”科学之很远的范围。在苏联社会明显存在第二种压力，也许是一种更加圆满的特殊的和可以确定的。这种压力来自苏联人对于出自所有社会中（同工业一样包括科学）活动的直接“成果”抱有巨大需求。对于科学理论在其农业和工业中可利用性的压力，倾向于迫使苏联人需要来自科学的可利用的理论，或者在明显的竞争性理论之间，选择那个更可直接有用的理论。这似乎是共产党支持遗传学中李森科主义的原因之一。李森科许诺他的理论对于农业的改善是有直接用处的；例如，他可以在植物和动物产生稳定的遗传变异，因而产生为苏联社会所需要的“定购的”种子和物种。[24] 苏联人大概并非完全没有意识

24 关于在苏联遗传学中的李森科主义，已有的论著汗牛充栋。在朱利安·赫胥黎(Julian Huxley)的《东西方的遗传：李森科与世界科学》(Heredity East and West; Lysenko and World Science, New York: Henry Schuman Co., 1949)中可以找到许多最好的完整讨论。特别是参见他关于解释李森科主义之几点因素的总结，在第187页上。也可参见伯特拉姆·D·沃尔弗(Bertram D. Wolfe)，“科学与政党结合”，《反常评论》(Antioch Review)，X，(1950)，第47—60页；康维·泽库(Conway Zirkle)编辑的《一门科学在苏联的衰落》(Death of a Science in Russia, Philadelphia: Univ. of Penna. Press, 1949)；以及埃里克·艾什比，《苏联的科学家》，第114—117页。

到在某种程度上把“纯”科学置于领头位置的必要性，但是他们的决定论哲学和他们的农业与工业体系之直接的需要，当然也包括计划发展的需要，推动他们为“应用”科学而牺牲“纯”科学。[25] 有时，这种推力就把苏联人送入不胜任科学的人之手中。以这个角度来看，李森科并不是独一的，他只是那些不断对科学挥舞权力大棒的人的一个原型。

因此，苏联的例子同纳粹德国的例子一样，表明在我们的“理想类型”中包括的文化价值与社会结构之完全的组合对于现代科学是多么必要。对于这些价值中任何一个的背离，或者在这些社会条件中任何一个的变更，如果不是必定对科学有毁灭性影响的话，也将有损害性影响。我们可以重复一下帕森斯教授的话（我们曾以此做为本章的导引）：“科学最初是与整个社会结构和文化传统结合在一起的。它们彼此相互支持——只有在某些类型的社会中，科学才能兴旺发达，反之，没有科学之持续的和旺盛的发展与应用，这样一种社会也不能正常地运行。”

25 关于对“纯粹”科学之必要性的敏锐意识，参见从著名物理学家、苏联科学院院士彼得·卡皮查（Peter Kapitsa）的文章中引述的话，引文在W. W. 里昂惕夫爵士的“科学与技术研究”，第73页脚注，特别是第75页。

第四章 科学的社会组织：某些一般的看法

我们刚刚考察了自由和极权主义社会的某些宏观特征与高度发达的科学之间的相对相容性。现在我们从高度宏观转向次宏观，乃至相对微观，以便进一步探究科学在自由社会中的实际功能；如我们已经看到的，这种类型的社会更有利于科学的持续进步。这以后，我们将主要考察美国社会中的科学，这意味着我们要更仔细地考察科学本身和美国社会这两者的社会组织。在本章中我们将对科学的社会组织作一些一般的考虑，而在随后的几章中，我们将看看在美国实际的科学活动中，这些一般特征是如何表现出来的。我们所作的大多数描述，当然都将普遍适用于现代世界中的其他自由社会；对于某些细微的差别，可以简单地忽略过去，而不会改变科学与自由社会之间基本联系的性质。

首先应该理解，科学像所有社会组织起来的活动一样，是一项精神事业。也就是说，科学不能仅被看作是一组技术性的和理性的操作，而同时还必须被看作是一种献身于既定精神价值和受伦理标准约束的活动。我们将看到，因为作为一个整体的、更基本和比较绝对的科学精神的存在，个别科学家的近乎无道德意识才成为可能。有时科学的精神目标常常显得含混不清，因为人们常把科学看作是达到这些精神目标的一种精神手段。

但是精神价值总是存在于科学家日常的工作实践之中，无论某些科学家对此是多么毫无意识。的确，科学精神在大多数情况下应该是隐晦的，这似乎是它的特征，正像隐晦也是其他深沉的精神的特征一样。只是在很少的情况下这些价值才被明确地表达出来；而由某些科学的官方机构将其条理化的情况就更为少见了。仪式性的聚会以及危机出现之时，是科学价值得到显示的主要机会。如果我们想看到支配科学的精神价值，我们必须主要考察这些机会和那些零星地出现在成熟聪慧的科学家之间自我反思。[1]

我们希望发现这一精神价值，因为它为我们现在所关注的科学的社会组织设立了如此之多的条件。如果我们研究我们已经提到的那些资料来源，研究关于"科学态度"的文字，尤其是当它们出自有经验的科学家的笔下时，我们就能发现关于科学精神要素有相当广泛的一致意见。在那些信奉科学价值的人中，甚至存在有一种倾向，即颂扬这些价值为科学活动所独具的精神，而忽视它们与自由社会之更普遍的价值之间的联系，关于这些更普遍的价值，我们在上一章已经作过描述。这种精神上的偏执常常是笃信该精神价值的典型特征；这种偏执不是科学所独有的。然而，考察科学精神如何大体上与自由社会的普遍价值相吻合，以及即使当这两者有所不同时，这种差异又如何只在

1 P. W. 布里奇曼的"科学家的信念"一文非常强烈地坚持这一关于科学本质的基本观点。也可参见米切尔·波拉尼(Michael Polanyi)的"科学中的自由"，载《原子科学家通报》VI(1950)，第195—198页，第224页；米切尔·波拉尼，《科学、信仰和社会》(Science, Faith and Society, New York: Oxford University Press, 1948)；以及马克斯·韦伯的"做为一种职业的科学"，载《马克斯·韦伯社会学文选》(From Max Weber: Essays in Sociology, New York: Oxford University Press, 1946)，由哥斯(H. H. Gerth)和米尔斯(C. W. Mills)编辑并翻译。

这同一普遍的价值之下才成为可能，这对于从社会学角度理解科学却是很必要的。较普遍的精神价值与较特殊的精神价值之间的这种彼此和谐实际上对这两者都具有正功能：因为如果科学能够对自由社会中的成员产生精神感召力，这种感召会引起积极的反响，此外科学的成就会提供精神例证，这些例证能加强维系整个社会的价值体系。也许，在一定意义上，科学是自由社会精神的典型代表。然而尽管这两种精神之间的相似性和相容性是我们现在所要考察的，但并不存在简单的等同。在自由社会中，科学社会组织的特殊问题既需要一些共同的也需要一些分立的精神规范。

首先让我们考察一些共同的价值及其在科学和社会中的联系。如我们已经看到的，相信理性是一种精神善，是“理想型”自由社会的一个构成要素。毫不奇怪，这种信念在自由社会中那些科学昌盛的地方最为强烈，因为承认理性之至高无上的威力是科学社会组织的一个中心精神价值。其中的互动关系是非常清楚的：从科学的持续进展中，自由社会对理性的一般信念也许得到了最强有力的支持。当人们怀疑理性之善时，科学却有力地、持续地揭示着它的价值。我们可以看到这种情况甚至出现在科学家自身之间。珀西·布里奇曼教授曾经指出，“作为迄今为止人类最成功的理智事业的参加者”，科学家“处在这样一种特殊的、能够赢得人们信任的位置上，即不仅不存在任何可以代替人们的理智的东西，而且我们所面临的问题是可以解决的，是可以由我们自己来解决的。”接下来，他说道，“如果物理学家仅把自己的宽广的视野传给其他人，他们的最终影响也将远远超过任何可能的技术贡献。”[2]

2 布里奇曼，《一位物理学家的反省》，第 318 页。

科学家对于理性的信赖特别强烈，也必须特别强烈，因为只有这样，当他们在其科研工作中遇到巨大的困难和一次又一次的失败时，才能把这一信仰坚持下去。爱因斯坦的一句话非常完美地表达了这种强烈的不畏艰难的道德信念；这句话就铭刻在普林斯顿大学费恩大厅(Fine Hall)一个房间中的壁炉上。它的德文原文是这样的："Rafiniert ist Herr Gott, aber boshaft ist Er nicht."我们可以将其意译为"上帝——大自然的创造者和大自然本身——是非常精微和难于理解的，但他并非是反复无常和怀有恶意的。"爱因斯坦相信，对于以高度发达的科学的形式表现出的理性，所有的事物都是可能的。我们只须注意，对于理性善的这种信仰并不只是一项理智的行动；它还是对于道德信念的一种承诺。

但是对于理性的这种信念，对于用科学的理性概念结构所能发现的"真理"的这种追求，无论在科学家群体的精神价值看来是多么神圣，却丝毫不意味着对于**绝对真理**或任何特殊真理的信仰。科学精神只主张为了获得那些对于真理的本质上是临时和近似的陈述——正是它们构成了科学永恒的主题——人们值得付出无穷的努力[3]。正是由于坚信科学必须处于不断的发展变化之中，科学家才将一切凭借传统或政治权威而一劳永逸地把握真理的企图视为不符合科学精神。这是一种"硬性的"信仰，但它却存在于科学的社会组织之中。所以，就科学的理论内容而不就其精神价值而言，科学"永远是临时的"。伟大的法国生理学家克劳德·伯纳德(Claude Bernard)曾在他的经典著作《实验医学研究引论》中谈及这一点。他说，"我的理论，像其他

---

3 参见乔治·萨顿：《科学史》，第14、29页，其中有一段关于科学信仰的这个方面的表述。

人的理论一样，在一系列崭新的研究之始，难逃那些注定片面和暂时的理论之命运，它们将被其他提出新问题的理论所取代。”他指出，科学理论“像阶梯一样；通过登攀，科学的视野越来越开阔，因为当理论前进时，它们必定蕴涵和包括越来越多的事实。进步是通过新老理论的交替实现的。”[4]

由于科学对理性的强烈信仰，即使对于那些深受自由社会一般价值影响的人来说，它也因其所具有的“批判性”而引人注目。出现这种情况是由于科学精神倾向于推动科学向所有经验领域浸透。但是，应该懂得，这种浸透的动因并非由于对那些时常受到“批判”考察的经验问题的不满。科学的目的不是攻击，而是理解；这一目的乃是基于所有事物都应以尽可能抽象和普遍的方式被理解这一精神价值。如果这种目的有时（尤其当所考察的问题是社会现象时）被误认为是攻击，那么这绝非是自觉和自制的科学家的初衷。然而，这种误解却会给科学带来麻烦，稍后，我们会看到这些麻烦是什么。

在科学中有一种价值，它附属于对理性的信仰，并且它在科学中要比一般地在自由社会中重要的多，尽管对于医学这样的应用科学乃至其他职业范围它也是很常见的。这就是科学家所尊崇的感情中立价值，它是实现完满理性的手段和条件。科学赞成感情中立主要不是为了其自身的缘故，也肯定不是为了将其推广到所有的社会活动，而是由于它能扩大理性实践的范围及其威力。就感情是对科学价值和科学方法之精神上的忠诚的必要因素这一点而言，甚至科学也承认感情的卷入是一件好事。

4 克劳德·伯纳德：《实验医学研究引论》(An Introduction to the Study of Experimental Medicine, New York: Henry Schuman, 1949)，第165页。此书由亨利·C·格林(Henry C. Greene)翻译。

但是在应用那些理性的技能时，感情却常常是一种微妙的使人受骗的东西，因此科学对它的应用持有强烈的精神上的否定态度。

这并不是说科学家在自身的相互联系之中不存在任何强烈的情感。尽管它们不像在其他社会活动中那样经常表现出来，尽管它们受到更多的节制，但热情和强烈的信念，激烈的攻击和凶猛的反驳，有时也像在其他地方那样，发生于科学之中。这里仅举一个著名的例子。巴斯德曾就有关理论观点致力于一系列被其传记作者称为是“富有激情的”论战——就发酵的细菌理论与李比希（Liebig）进行争论；就有机体之自然发生的问题与普歇（Pouchet）和巴斯蒂安（Bastian）进行争论；就酒精发酵的内在机制问题与克劳德·伯纳德和伯思洛特（Berthelot）进行争论；就炭疽与科林（Colin）进行争论；以及就狂犬病的治疗与彼得（Peter）进行争论[5]。杜波斯（他本人也是一位科学家）这样写道：“还有由于优先权而带来的冲突或那些仅由于性格不合而导致的摩擦。无论论争的原因如何，是科学的还是私人间的，巴斯德都以同样的激情去对待那些他认为歪曲了真理或对他本人抱有偏见的人。”巴斯德非常“珍惜他对于他自己的发现的所有权”，并且，“他希望成为名垂千古的人物。”在科学史上，巴斯德绝非是独一无二的。科学家们在其各自的专业领域中，不是无情的机器人。然而感情中立的理想在任何实质性科学活动存在的地方都是对感情的一种有力的遏制，在对科研成果的评价上尤其如此。尽管易动感情，巴斯德仍是一位伟大的科学家，作为一位英雄，他在大众的眼里显得比他在科学家的眼里更为伟大。

---

5 莱恩·杜波斯：《路易·巴斯德》，第72页。

科学的这一理想对于像克劳德·伯纳德这样的不感情用事的天才更为有效。伯纳德是巴斯德的同代人，他是如此鲜为人知。

科学中另一直接与自由社会更广泛的精神相联系的价值是所谓的"普遍主义"价值。在科学中所有的人在理性知识的发现和拥有方面具有精神上的平等权利，正如在自由社会中所有的人对于生活、自由和幸福的追求具有平等的权利，以及在基督教上帝面前所有的人对于善行和慈悲具有平等的权利一样。我们先前已经看到，所有这三个领域中的普遍主义，就其起源和现存基础而言，并非是互不关联的。科学真理不依赖于个别科学家的社会或个人属性。无论其种族、信仰、肤色如何，每一位对科学理论体系作出贡献的人都成为"科学家和学者共同体"中的一员，分享与其成就相当的特权和荣誉。这是一个带有一定道德色彩的共同体，它的范围超越了国家集团；科学是国际性的，而在它的理想中，它是普遍的(属于全宇宙的)。因此，像"亚利安的"或"俄罗斯的"科学的概念，是与科学相悖的。正如某些科学家所说，在"科学的兄弟情谊"中，由普遍主义导致的宽容，是一种绝对的精神善。没有一位科学家能有如此先见之明，敢断定科学中的某种新思想必定是好的或坏的。科学家在任何时代都必须考虑到这种可能性，即任何新思想，无论其社会根源如何，都可能会对科学有用，也就是说它可能会为科学的基本任务——构造更好的概念构架——作出贡献。由此可知需要容忍各种各样的人，因为科学贡献曾由各种类型的人作出，而各种类型的人都有经受训练并作出这种贡献的潜力。

对于科学的社会组织来说是基本的而又与更大的自由社会共同分享的最后一种价值被我们称作"个人主义"；它在科学中尤其表现为反权威主义。对于自由的精神上的赞许，当然不意

味着在科学活动中可以肆意妄为；科学实际上是纪律最严明的社会活动之一。但是科学的这种纪律是由个人出于对理性的信仰和对实现这种信仰的适当方法的精神信念而加于自身的。这种纪律主要受到科学同行的类似精神信念的支持，同时还受到若干表达这些精神的非正式的社会控制的支持。个体科学家服从其同行的精神权威，因为他们与他有共同的价值。他把科学中的任何其他权威都视作与科学精神相悖的。在研究方向和研究范围上都享受充分的自由，不受任何与科学的绝对精神相左的权威的限制，这乃是科学家所忠于的理想。

数学家利奥波德·英菲尔德（Leopold Infeld）曾经描述过科学内在的反权威主义的一个著名案例[6]。英菲尔德受爱因斯坦的邀请在普林斯顿高级研究院参与了三年的合作研究。在此期间爱因斯坦对于沟通引力理论和量子论非常感兴趣，而英菲尔德很快对能否作到这一点产生了疑问。他说道，"我竟然在一些问题上与爱因斯坦有不同的看法，这似乎是胆大妄为的，但是我知道，在科学中没有比盲目地接受权威和教条更危险的事情了。我必须让自己的心智作为我的最高权威。"所以，他向爱因斯坦阐述了自己的怀疑和反对意见。他接着说道："现在看来，我必须赞美爱因斯坦对待我的反对意见的耐心。当我们开始讨论时，他在这一问题上远远地领先于我，我很难跟上他的思路。但他从未不耐烦；他多次重复解释他的思路和方法，并认真地考虑了我的所有疑虑，直到我已理解了他的主要想法为止。"反权威主义的模式受到爱因斯坦与英菲尔德的同等尊重；二者都认识到科学家应以自己的判断作为权威的尺度这一精神义务。

6 利奥波德·英菲尔德：《探索：一位科学家的演变》（Quest: The Evolution of a Scientist, New York: Doubleday, Doran, 1941），第280页。

现在该轮到考察科学社会组织的这样一些理想，它们略微不同于在现今自由社会中占主导地位的那些模式，尽管这些理想在科学之外的某些领域中是重要的，并且某天甚至可能会成为全社会的占主导地位的精神价值。这些理想中的第一个是可以被称作"公有性"的价值理想[7]。西方社会作为一个整体尊重对于稀缺商品的私人所有权，而这些权利在科学中则被简化到对于发现的荣誉优先权这样一种最低程度。在这一最低限度之外，对于科学知识体系和概念结构的任何贡献都是共同体的财产，为了共同体的利益，这些贡献可供所有有竞争性的成员使用。正是在科学中，乌托邦式的共产主义口号——"各尽所能，各取所需"——成了社会现实。在科学家共同体中，所有科学同行都有权分享现存的知识，因为许多人都曾经在过去或有可能在将来为科学作出贡献。正是在这一"公有性"价值的严格指引下，在科学中保密成为不道德的行为。从科学中取其所需的人有公开其新发现的精神义务，因为这些发现是建立在共同体租借给他的财富的基础之上。当然，除了精神因素之外，科学中的保密还有其他不良影响。[8]保密使科学家对其同事已经作过的工作一无所知，从而剥夺了他从事自己的研究所必须的大部分材料。它还废除了科学家之间对于新工作、新想法的非正

---

7 这就是R. K. 默顿所谓的"公有主义"的价值，该术语不像他第一次使用时那样令人满意，因为它具有政治和意识形态的重要意义。参见默顿的"科学与民主的社会结构"，即《社会理论和社会结构》第七章。（在英语中，"公有主义"同"共产主义"是一个词。——译者注）

8 关于因其不适当而反对保密的一种论点，参见路易·N·里德诺(Louis N. Ridenour)："科学中的保密"，《原子科学家通报》，1 (1946)，No. 6；以及瓦尔特·盖尔霍恩(Walter Gellhorn)：《保密、诚实与科学》(Security, Loyalty and Science, Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1950)。

式讨论，而我们将看到，这种讨论对于任何科学创造都是必要的。科学中的大多数创新都是由一些比较小的新思想缓慢增长的结果。作为繁忙的、不断前进的科学家彼此之间非正式讨论的成果，这类增长在科学中随处可见。出于对工作的保密需要而隔断了与其同事的个人接触的科学家，即使能够看到他的同事的出版物，也总是有所欠缺的，而有时这种欠缺会成为致命的。我们将在分析科学发明和发现的社会过程时再次讨论这一问题。

只有当面临极端危机的时候，当战败不仅威胁科学而且将给自由社会带来灭顶之灾时，科学家才可以接受保密的限制。并且即使在这种时刻，他们也只应在有限的领域里和暂时地接受这一点，将其视作为了挽救科学和最终恢复科学的传统精神价值而必须作出的“可悲的选择”。在和平时期，保密要求——例如最近在美国由军方所提出的这种要求——引发了许多参与这种研究的科学家的精神冲突。学术界的科学家似乎比那些受政府和工业部门雇佣的科学家更不赞成这种和平时期的保密，而即使在上述最后一组，也就是在工业科学家中，也仅有百分之四十七的人赞成无条件的保密。[9] 反保密规范在科学中是强有力的和广为传播的。

在科学中与“公有性”价值紧密相联的是被塔尔科特·帕森斯称之为“无私利性”，或“利他性”的理想。[10] 这一道德理想也并非普遍地存在于我们的社会之中，而只是限于科学和其他一些

---

9 《幸福》杂志，“科学家”，1948 年 10 月，第 106—112 页，第 166—176 页。

10 塔尔科特·帕森斯：“职业与社会结构”，《社会学理论文选》（Essays in Sociological Theory, Glencoe, III.: The Free Press, 1949）；也可参见塔尔科特·帕森斯：《社会系统》。

自由专职领域，最突出的也许是学术和医学领域。在大社会中，人们被期望在其职业活动中作到"自利"，所谓"自利"意味着人们首先为自己的直接利益服务，虽然任何这类活动都可自然地间接地导致"最大多数人的最大利益"；事实上，采取这种作法乃是自由放任社会的意识形态所要求的。但是在科学中，却盛行一种不同的道德模式。在那里，人们被其同行要求直接服务于共同体的利益由此而实现体现在工作满足和声望中的自我利益；这种直接的服务就是要为科学的核心，即概念结构的发展而作出贡献。应该明白，这种道德理想的差异并非由于科学家与其他人之间的典型个性差异而造成的。在科学中与在自由社会的其他社会活动（如商业）中一样，人们寻求"成功"这一普遍目标。然而，在科学中达到成功的竞赛规则却有所不同：这些规则要求个人仅通过服务于他人来服务于自己。如果没有作为科学中竞赛规则之一的"无私利性"，有关科学创新的"公有性"价值就不大可能流行。如果大多数人都将公共的科学理论仅用来为自己的直接利益服务，例如为其个人权力而非为科学本身服务，那么科学共同体的财产就会停止增长，从而失去其科学的本质特征。

我们可以再重复一遍，"公有性"和"无私利性"这两个道德理想并不仅限于科学。在自由社会如同在其他类型社会中一样，这两个理想总是至少在较小的程度上与人们的日常行为相关联。我们每一个人都被期望为共同体的福利作出某些直接的贡献。然而，在科学中，这些价值的范围要比在其他类型的社会活动中大得多。

我们可以在科学家对待其发现的专利的态度中看到这一较大的范围。这里存在着一个所谓"纯"科学家和"应用"科学家之

间的差异，关于这一差异我们稍后还将有很多可说的；但至少对于前者来说，专利是对于科学共有财产的一种有悖科学精神的侵犯。工业界的“应用”科学家，出于需要更接近于奉行商业领域的道德规范。对于“纯”科学家，专利正像保密一样，在某些特殊条件下也可作为必不可少的罪恶而被加以接受，例如，有时应该防止某些科学发现引起公众的直接兴趣，或应该避免公开，以防受到商业企业的盘剥。这种情形对于生物和化学发现来说是很典型的，这些发现的医学应用对于从事研究的科学家来说是显而易见的。在这种情况下，科学精神主张，为了公众的利益，科学家可以允许其发现获得专利，但科学家本人不能从这一专利中获得任何直接的经济利益。例如，威斯康星大学的阿鲁米研究基金会的设立是为了公共利益，开发用紫外线丰富食品中维生素D的专利，以抵抗佝偻病。这些专利是基于哈利·S·斯丁包克（威斯康星大学的一位教授）的发现，而这位教授本人却没有从这一专利中得到任何酬报。[11]

以上这几种或多或少与自由社会中其他社会活动共享的价值，便构成了作为一项精神事业的科学。科学精神并非总是很明显的，当它很有效时恐怕就更是如此。当科学的社会组织在这些如此深入并广泛地渗入到科学家之中的价值的控制之下成功地运行时，这种控制便被视为理所应当的。只有当在科学本身中出现越轨行为，或当非科学的权威试图将新的价值强加于科学之上时，这些道德条文才变得明显。在近期出现的一些全社会的危机中，如在战争和经济萧条中，科学家更自觉地意识到其价值观，而且他们的领袖有时曾提出把这些价值推广到全社

11　阿奇厄·M·帕尔默(Archie M. Palmer)，“关于大学专利政策的调查”，华盛顿哥伦比亚特区，国家研究理事会，1948年。

会。科学精神在这些建议中也许得到了最明确的表示。最近美国科学促进会主席在一次讲演中，劝告其成员将使用科学资源“作为一种丰富和加强人类精神，粉碎分裂人们的隔阂的手段。”这一讲演谈到“科学是对宇宙的一种高度冒险”。该讲演建议用“科学的兄弟之谊”来推动人类普遍的兄弟之谊。科学精神的另一基本方面表达在“科学为人类的服务”这一短语中。[12]这些都是深沉的信念；科学像其他所有社会活动一样，以一组精神价值作为其支柱之一。

但是，我们自然马上可以补充，科学不止是我们刚刚描述过的一组价值，还有其他决定科学作为一种社会活动的因素。我已经说过，在不同类型的社会组织中，科学家的行为也略有不同，例如，在大学和在工业界中，对待研究中的保密和发明的专利权，态度就有所不同。科学家在其中工作的群体的性质和目的有不可忽视的意义；我们需要确定这一普遍意义是什么。实现这一目标的方便途径之一是现在来仔细地考察一下“纯”科学和“应用”科学之间的差异，关于这一差异我们已曾几次粗略地涉及过。这种研究方式尤为方便是因为它使我们有机会来看一下科学的其他一些重要方面。

迄今为止我们已经考察过作为一组概念体系的科学和作为一组精神价值的科学。我们刚才还提到了人们在其中组织科学工作的不同社会群体的重要性。更早些时候我们还提到了个体科学家在其自身工作中所具有的个人动机的问题。为了理解“纯”科学和“应用”科学之间的区别，我们必须考察科学的所有这四个不同方面（即概念体系、价值、社会组织、及个人动机）是

---

12 埃德蒙德·W·辛诺特(Edmund W. Sinnott)，“一亿科学家”，《科学》，111(1950)，1239—129。

如何隐含在这一区别之中的，以及为什么每一方面既需分别地又需与其他方面联系起来加以考察。

对"纯"科学和"应用"科学作出区分的一个基本参考点可能是整个科学的普遍和条理化的概念体系。这些概念体系如我们在第一章中所见，是科学的基本积累要素。由这一点来看，"纯"科学可以定义为这样的科学，它主要并直接致力于发展概念体系，包括对概念体系作出扩充、修订和检验；这种发展本质上是一种建立临时"真理"的无尽的过程。那些充分考虑到"纯"这一特征的人，常将其称作"基本"或"基础"科学，这表明他们充分认识到了概念体系对于科学进步的重要意义。"应用"科学则致力于用这些概念体系来为其他社会目的服务，而不是将追求这些概念体系本身当作一种目的。过去，许多"应用"科学都基于相对经验性的、低层次的概念体系，基于很难加以普遍化的概念和假设。甚至直到现代，情况仍是如此；在高度理性化的工业中，应用科学是大量"呆板的"、单凭经验的技术领域。例如，在照相工业中，许多有用的知识都是这种相对经验性的。[13]

从这一方面对"纯"科学和"应用"科学所作的区分当然仅是分析性的。在这一意义上的这两类科学可以并且时常参与到同一具体科研项目中去。两类科学都出现在不同的科学组织中。

衡量"纯"科学和"应用"科学差异的第二个重要尺度是不同类型科学活动所具有的精神价值。我们前面所描述过的全部精神理想——合理性，普遍主义，个人主义，"公有性"，及"无私利

---

13 米斯(C.E.K.Mees)，《科学之路》(The Path of Science, New York: John Wiley and Sons, 1946)；约翰·B·贝克尔(John R. Baker)，《科学与有计划的国家》(Science and the Planned State, New York: The Macmillan Co., 1945)，第17页。

性”——都是属于“纯”科学的，尽管我们已经看到并且还将进一步看到，即使在这里它们也并非是没有局限性的。在“应用”科学中，这些精神理想的局限会特征性地变大。甚至加于合理性上的限制在“应用”科学中都会变得更大，因为只是为了发展科学的概念体系，才须最大限度地实现这一规范；而“应用”科学在方法上要比“纯”科学更加“保守”。无疑普遍主义、个人主义、“公有性”、“无私利性”的局限性通常会更大一些，但是，在科学中某些“应用”研究可以像在“纯”科学中一样，服务于人类普遍的善，可以同样是反权威的、“公有的”，和“无私利”的。我们已经给出了这类“应用”研究的一个例子，即医学研究。这个例子非常清楚地说明必须注意区别科学的这两个不同方面，即概念体系和精神价值。它们彼此交错，但不能假定它们总是以同一方式相互伴随。概念体系的发展可以受到民族性的特殊主义的限制；而“应用”科学也可以是符合全人类普遍利益的。

“纯”科学和“应用”科学在我们已考察过的两个方面还都随其所依存的社会组织类型而独立地发生变化。概念体系的发展和“纯”科学价值的充分实现，典型地存在于自由社会的大学和学院里。相反，在工业和政府的研究组织中，这些目标和价值却并不十分通行。例如，在政府研究中，“无私利性”顶多只限于国家范围内，而不能像在大学的“纯”科学中那样，达到全世界的范围。私有工业的社会组织自然要求每一企业在所有活动中都追求其自身利益的最大化，无论这些活动是科学的还是非科学的，也无论这种追求会带来怎样的“服务型”价值观，以及最终能为公共利益作出多少贡献。加于科学的“公有性”上的、类似的国家和私人的限制却不一定是绝对的，但是它们也比在大学科学中所存在的要大得多。

于是不同类型的社会组织确立了在目的和价值上的这种特征性差异。“纯”科学的主要寄居地是大学，而“应用”科学则是政府和工业。但事实上，作为概念体系和精神价值的这两种类型的科学中，都有一些东西同时存在于所有这些场所。许多大学科学至少附带地具有“应用”性，更多的则明确地是“应用的”。例如，在有的大学中医学研究所和生物系互相重叠，在这里我们就可以发现相当多的直接为了人类的健康，而非为了概念体系之发展的“应用”研究。类似地，在工业和政府部门中，即使是一些受到限制的研究兴趣，也会导致一些必须求助于理论才能得到解决的问题，而为了获得理论，就必须从事“纯”或“基础”研究。尤其是在一些直接立于“基础”科学之上的现代工业中，如在化学、无线电、电气工业中，其研究部门不仅从事见效快的“应用”工作，而且也从事一些理论科学研究。这也就是为什么两位因“纯科学”领域中的发现而获诺贝尔奖的科学家是出自美国的工业部门：他们是贝尔电话实验室的戴维森（Davisson）和通用电器公司的兰格缪尔(Langmuir)。

然而，如我们在后面讨论工业科学的章节中所要看到的，在所有的情况下，那些为期不是很长的工业“基础”科研项目，都具有为资助其企业的直接利益服务的应用目的。不这样做便意味着忽视工业组织自身的社会目的。工业科学研究群体的领导者非常清楚他们的活动要受到与其他工业活动完全相同的建制约束，非常清楚在不太长的时期中，他们必须实现利益的最大化。负责杜邦公司研究的副总裁斯泰恩博士（C.M.A.Stine）是一位在其专业上富有长期经验和成就的人物；他曾谈到“工业基础研究中隐含的金钱动机”。他说，在他的实验室中的基础研究“不是一种出于爱好的劳动，而是不折不扣的经营策略，是一种应能保

证将来分得红利的策略”。[14] 正是斯泰恩博士，受其建制使命的制约，而说服在哈佛大学从事聚合体研究的沃雷斯·卡罗瑟斯(W.Carothers) 博士前来杜邦公司从事同一问题的研究。雇用卡罗瑟斯博士被证明是斯泰恩博士“敏锐的商业远见”之一，因为正是经过这项研究，“尼龙终于问世了”。[15] 斯泰恩博士和他的雇主为其在“纯”科学(作为一种概念体系)中的投资得到应用的回报而宁愿并且实际等了十年，他们所得到的回报是合成纤维——尼龙的制造。

社会组织类型还以另一种方式与“纯”科学和“应用”科学的区分相联系。有时人们相信，“纯”研究只能由个体科学家单独或以小组的形式来进行，而“应用”研究只能由大规模的、分等级地组织起来的群体来进行。如我们稍后将再次看到的，这些也许是大学中的“纯”研究与政府和工业中的“应用”研究之间的典型差异，但事实上，这些领域中的每一个都包含有这两种研究组织模式。大学需要有组织的大规模研究等级结构来承担像原子回旋加速器和电子数学计算机这类的研究项目。私人工业的研究组织则很乐意它的一些研究人员不仅工作于“应用”领域，也能独立工作于一些相对“基础”的领域。

我们已经说过，从长远的角度看，工业中的“基础”研究，也是“应用”研究。在大学中进行的研究实际上也是如此——当然这需要用更长远的眼光来看问题；因为无论推动一项研究的直接目的是什么，所有研究最终都有某些用场。这甚至对高等数学这一全部科学序列中据称最为“纯”的学科来说也是正确

---

14 美国国家资源规划署，《研究——一项国家资源：II，工业研究》，华盛顿哥伦比亚特区，美国政府印刷办公室，1940 年，第 99 页。

15 《幸福》杂志，“尼龙”，22，1940 年 7 月，第 57—60 页，第 114—116 页。

的。最近一份说明数学在工业中广泛用途的报告，在这一问题上引用了伊夫真（H.M.Evjen）的一段话。伊夫真是壳牌石油公司地球物理研究部的一位数学家，他说："高等数学不过是那些尚未发现广泛应用领域的科学分支。"[16]报告的作者自己又补充道："所以，在我们工业系统现今的日常运行中，都使用着超越方程、矩阵代数、海维赛算子微积分、概率函数、拓扑学及其他数学体系和构造。这些数学以前仅为高级学术界所知，而被实用部门作为纯理论加以忽视。"

然而，存在于"纯"和"应用"研究之间这种不同的时间视角尽管不是绝对的并有些重叠，却必须仔细地加以区分开来，因为科学中短期和长期目标之间的这种差异对于社会组织和科学的进展来说是十分基本的。无论多么"纯"的科学最终都可能被用于为其自身构造概念体系以外的其他社会目的；而由于对科学自身的目的来说，自主性在任何时限的研究中都是必须的，所以自主性也是保证科学所可能具有的长远"应用"效果的必要条件。

现在我们也许可以懂得为什么有一段时期曾流行过的一个论断之所以不能成立。这个论断认为"纯"科学就是没有任何社会后果的科学，而"应用"科学就是有社会后果的科学。如果所有的科学都如我们在第二章的一个"论点"中所指出的，最终都会对其自身以外的其他社会目的产生影响，那么我们就只能在科学活动和其社会后果之间的相对时间跨度的基础上来区分"纯"和"应用"科学。这一时间跨度对于"纯"科学来说尤其显得大一些；但并不必定如此，原子弹就是一个例子。

16　杰拉德·佩尔："数学走出课堂"，《耶鲁评论》（Yale Review），XXXIX（1949），秋季号，第132—141页。

我们对于“纯”和“应用”科学作出区分的第四也是最后一个方面是个别科学家的个人动机。我们迄今已经进行的讨论可能足以表明这两者间的区分决不仅是从事不同类型科学研究的个人的动机问题。然而某些“常识”和道德化的讨论正是犯了这种形式的错误。[17] 据说“纯”科学家具有比“应用”科学家更高尚的动机。这里我们没有任何可靠的方式来确定这种论断的正确性，因为关于科学家的私人动机，我们知之甚少。“纯”科学也许具有某些特征，能够吸引一种或多种特殊性格类型的人；而另一方面，“应用”科学也许会对其他一些性格类型的人产生感召力。然而，由于我们在总体上知道在性格类型和职业角色之间没有什么固定的联系，所以很可能在不同类型的科学工作中，人们的动机在一个很大的范围内是重合的。

对此我们至少可以从一些科学家本人所说的话中找到证据。哈佛大学的物理化学教授基斯蒂亚科斯基(G.B. Kistiakowsky)指出，同一科学家能够“享受”两种类型的研究。他说，“我感到从研究者的角度来看，在所谓的应用型和所谓的基础型之间并没有很大的差异。在战争年代我非常乐于研究炸药及其他一些应用型问题，正如我也乐于从事不具有实用目的研究一样，我以前在哈佛就是作的这种研究，并且现在希望能够再次作这种研究。”[18] 而在另一方，一位工业物理学家则驳斥了“劣等”动

---

17 关于“纯”科学家的动机的一种极端天真的颂扬，参见理查德·格里高利爵士(Sir Richard Gregory)：《发现，或者科学精神和科学贡献》(Discovery, Or The Spirit and Service of Science, New York: The Macmillan Co., 1929)，第6、9、11、12、27、50、55页。关于一种比较现实的观点，参见哈蒂(G.H.Hardy)，《一位数学家的辩解》(A Mathematician's Apology, Cambridge: Cambridge University Press, 1941)，第18页。

18 载魏格纳(E.P.Wigner)编辑的《物理科学与人类价值》(Physical Science

机论。费城萨斯奎哈纳管道公司的约翰·M·皮尔森(John M. Pearson)指出,"在工业物理学中,我们可以在自己身上看到在大学中所能找到的一切对待科学的人道态度。"[19]

无论如何,如我们以前在讨论这一问题时已经看到的,我们不必一开始就考虑个人的动机。就区分"纯"与"应用"科学而言,进行科研的各种社会组织之间的特征差别至少也是同样重要的。所以不同种类的科学有赖于适当类型的社会组织来加以维持。这些类型的社会组织——例如,大学、工业及政府部门——与更大的自由社会施于个人动机之上的影响一起,提供充分的机制来形成和控制从事科研所需要的动机类型。这一点究竟是如何实现的,正是我后面几章所要讨论的主题。

最后,我们必须注意,在"纯"和"应用"科学之间总是有重要的相互影响,无论在同一或不同的社会组织中它们是否被具体地分开。的确,它们必定是相互依赖的,因为不仅"纯"科学为社会应用提供新的理论,而且这些应用反过来又会为"纯"科学的顺利进展提供工具和条件。它们之间的联系正如科南特校长所说的,是"共生的"和"紧密的"。[20]科学的成长要求"纯"和"应用"研究永远不要彼此过于分离。误解这两者的性质和彼此之间关系的一个最大危险就是,这有可能导致这样一种僵硬和有害的分离。

---

and Human Values, Princeton: Princeton University Press, 1947),第142页。

19 莱特尔信件,载《科学》,100(1944),第471页。

20 J.B.康南特,《论理解科学》,第22—23页,也可参见康南特,"我们独特的社会中的科学家"《大西洋月刊》,1948年3月,第47—51页。

第五章 美国社会中科学的社会组织

用我们在第一章中所描述的科学的基本特征这一概念来考察，可以说科学家的社会角色具有三种不同的功能：发展概念体系、培训其他人来发展概念体系，以及将概念体系用于实现各种社会目标。这些当然只是分析性的区分，具体到某一特定的科学家身上，我们可能会发现这几种功能是完全混杂在一起的。我们已经说过，在美国社会中，这些不同的功能一般是由在三种不同类型的社会组织中的科学家来执行：即大专院校，工业研究集团，及政府研究集团。大学主要执行前两种功能，既发展新的概念体系和培训科学家来发展新的概念体系。工业界和政府部门通常主要执行第三种功能，应用由大学发展的概念体系；但是它们也曾独立发展一些概念体系，并且它们的培训功能也是不容忽视的。在这三种社会组织之间，有紧密的相互依赖关系，这不仅由于它们所执行的这三种功能必定是相互依赖的，而且也是由于这些功能在它们中的任何一个都是有所重叠的。所有这三个团体都为科学在美国社会中的发展作出了重要贡献。如总统科学研究理事会所指出的："所有这些研究建制对于国家利益来说都是至关重要的。政策决策的形成必须以对于这一研究三角形的重要性的认识为基础。"[1] 在接下来的三章中，我们将逐一、细致地考察这三种社会组织，考察它

们的特殊结构和特殊问题。在本章中我们想讨论一些对所有这三者都适用的事情：美国科学家的公共声望，他们的社会奖励，以及他们对工作满意程度；科学家角色的职业化和专门化；美国科学活动作为一个整体的协调控制模式及其问题；还有关于现今美国科学规模和关于美国科学家社会特征的一些基本资料。这些一般的讨论将为了解大学、工业研究、及政府研究的特殊情景提供背景。

科学家的社会角色像社会中所有其他的角色一样，要受到大范围的公众评价和自我评价。当然这两种评价是有本质联系的，并且在一个整合的社会中它们是相对和谐的；否则这一角色就不能实现或不能成功地实现。表现在公共声望中的对科学家的社会奖励、金钱收入，以及其他荣誉象征是这些公众和自我评价的大致表达方式。它们构成了一组社会财产，并与直接的工作满足感一起，有助于将人们吸引到科学家角色上来，并为科学事业保持适当的精神舆论和个人动力。我们现在要考察这些一般的社会学命题与美国科学社会组织的特殊联系。

首先让我们看一下公共声望。我们关于科学家在美国职业等级结构中具有很高的声望的常识性印象，最近已由一项可靠的经验研究加以证实。社会学家诺斯(C.C. North)和哈特(P.K. Hatt)教授通过对一有代表性的全国人口样本的考察，研究了对美国不同职业的公共评价。[2] 根据诺斯和哈特研究所得

1 美国总统科学研究理事会，"国家的一项纲领"，《科学与公共政策》第一卷，华盛顿哥伦比亚特区：美国政府印刷办公室，1947年8月27日·第9页。

2 诺斯与哈特："工作和职业：一种通俗的评价"，载威尔逊(L. Wilson)和科尔布(W.L.Kolb)编辑的《社会学分析》(Sociological Analysis. New York: Harcourt, Brace, 1949)。

到的发现，当要求美国人将其社会中的九十种不同工作加以排队时，他们对于具有如下两个特征的职位给以极为优先的考虑：即高度专门化的训练和对公共利益负有高度的责任。美国人似乎觉得科学家同时具有这两个特征。让我们来看一些得高分的职业并看一下科学家究竟在什么位置。

对美国职业角色的公共评价

1.美国最高法院法官	96
2.医生	93
3.州长	93
4.联邦政府内阁成员	92
5.美国驻外外交官	92
6.大城市的市长	90
7.学院教授	89
9.科学家	89
10.美国国会议员	89
11.银行家	88
12.政府科学家	88
13.县法官	87
15.部长	87
16.建筑师	86
17.化学家	86
19.律师	86
20.一家大公司的董事	86
21.核科学家	86
23.心理学家	85
24.土木工程师	84

27.一家百人小厂的拥有者	82
28.社会学家	82
30.生物学家	81

检查一下这些相对优先顺序可以看出，学院教授——这自然包括其中的科学家——以及科学家本身，占有相当高的位置。一般的科学家职业要比科学中的特殊专业稍微高一些，也许这是由于对于这一职业的较抽象的概念要比对较专门的概念在态度上更为单纯一些。较抽象的概念能唤起公众的自由价值而不掺杂矛盾的感觉；而较具体的概念则因可能引起对某些科学发现的特定社会后果的联想，而导致反感的态度。例如核科学家比一般科学家占有略低一些的位置，可能是由于他们与原子弹有关联。在几个不同的科学专业中，如我们从其相对成熟的程度所可以预料的，物理科学所受到的评价要比生物科学稍高一些。生物科学家本身也已在某种程度上注意到了这种略为逊色的声望，并对"公众不够重视生物科学〔对最近这场战争〕所作出的贡献"表示关切。[3]社会科学，至少作为它们代表的心理学和社会学，也占有相当高的声望等级，这的确是令人惊异的。在本书的最后一章中，我们将更深入地考察公众对于社会科学的评价。关于这些职业评价，还有最后一点需要指出。据诺斯和哈特教授报导，他们的样本在作出这些评价时，表现出了相当的一致性，但是对于专门职业，有较高教育和经济水准的美国人所给的评价要比那些教育和经济水准较低的美国人所给的评价略微高一些。这似乎表明那些直接受过自由教育或某些科学训练的

3 见罗伯特·F·格里格斯(Robbert F. Griggs)，"生物学家将建立一个国家研究所吗?"《科学》，105(1947)，559—565。

人，要在更大程度上受那些支持科学的价值的熏陶，也更加懂得科学在自由工业社会中的至关重要性。

现在我们要问，在金钱收入这种“更为可见”的形式中，公共评价是如何表现自己的。自然，对于整个美国社会来讲，在一种工作的公共声望和表现为金钱收入的社会奖励之间，并不存在必然和固定的关联。这对于科学家的收入来说肯定是正确的。我们所掌握的证据使我们可以说，科学家所挣的钱的确比大多数其他职业群体的平均收入要高，但是，只有极少几个科学家享有在美国职业系统的其他一些地方出现的极高的工资待遇。只有寥寥数人，他们是工业研究群体中的科学家兼经营者，每年所挣的钱超出二万美元。[4] 在所有科学家中，只有很小的一部分收入超出一万美元。那些在学术机构工作的科学家要比那些受雇于私人企业和政府部门的科学家收入少。以下数字取自《幸福》杂志对科学家所进行的一次问卷调查。它们显示了在大专院校、政府部门和工业界供职的科学家的相对经济收入：

	学术界	政府	工业界
$2,000以下[5]	8%	—	1%
$2,000—$4,000	20%	10%	10%
$4,000—$6,000	33%	35%	31%
$6,000—$8,000	18%	32%	24%
$8,000—$10,000	10%	16%	15%
$10,000 以上	11%	7%	19%[6]

4 《科学》，97(1943)，第63页。

5 在1962年，这一栏中所有人由于某种因素，薪水数字至少应该增加百分之一百。

6 《幸福》杂志，“科学家”。

个人不仅对于在其供职期间所能达到的工资最大值感兴趣，而且对工资增加的方式感兴趣。在科学中，工资的顶峰并不像在相对非专业性的美国职业中那样，很早就出现。与大多数专门职业类似，科学中工资的增加方式毋宁说是高龄、成就、及经验带来缓慢、微小然而却是稳定的工资增长。例如，在我们已经提到的《幸福》杂志的问卷调查中，百分之六十五的二十五——三十五岁的人属于四千——六千美元工资组。而在四十五岁以上的人中，有百分之二十五所挣的钱超过一万美元。所以在一般美国人的眼里，一个有成就的科学家的收入，即使不是非常之高，也已在中年和老年时达到了相当舒适的水准。

我们刚刚给出的数字适用于所有科学专业。我们可以将其与有关一个单独群体——化学家——的收入的数据作比较；后一数据是由美国化学社团的经济状况委员会收集的。在大战即将来临、就业机会很好的1941年，从事化学专业的人的年收入的中值是三千三百六十四美元，百分之五十的人挣的钱少于这一数目，百分之五十的人多于这一数目。最低的百分之十其收入少于二千美元，最低的百分之二十五收入少于二千五百美元。只有百分之二十五收入高于五千美元，百分之十高于八千美元。在具有四十年以上的经验、年纪较大的成员中，有百分之二十五收入高于九千六百九十四美元；这一组中有百分之十的人收入超过了一万九千二百美元这一相当高的工资数额。这些自然只是战前的数字。在战争中，同一委员会在与美国劳动统计局联合进行的一项研究中发现，化学家的收入增加了十四至将近百分之八十。[7] 当然，自战后以来，他们的收入仍然一直在增加。

7 《科学》，101(1945)，第240页。

虽然总的说来，如我们后面所要看到的，科学家是一个相当知足的职业群体，但他们对所获得的表现为公共声望和金钱收入的社会奖励并不完全满意。为总统科学研究理事会而准备的一项对科学家的民意测验表明，大多数科学家觉得"没有得到足够的、他们应得的金钱和荣誉奖励。"[8]当然这种感觉是很普遍的，但并不表明与实际收入水平有什么直接的联系。这种感觉及其普遍性所反映的倒不是科学家是一个吃亏的职业群体，而是说明科学家与其他美国职业、收入群体非常相似，觉得只要他们的收入再增加百分之十，他们就可以过得很舒适。

我们关于金钱收入所谈的这些也许给人以这样的印象，即它在科学界所起的作用与在其他职业中完全一样。情况并非如此。例如，在工商界，金钱收入的变化范围要比在科学界大得多，而且它更直接地反映一个人在职业中的相对地位。这一点甚至可以从隶属于工商界的科学家中看出：工业科学家的工资变化范围要比他们在学界和政府部门的同行的大得多，也比后者高得多。在每一种从事科学活动的社会组织内，工资收入与所作工作的声誉粗略相关；但是在不同的社会组织，例如在学术工作和工业研究工作之间，就金钱收入而言是无法作出确切比较的。在工商界，高收入被认为是取得成就的一种适宜的刺激。而在大学科学中金钱收入并不被看作是取得成就的基本动力，人们非常警惕金钱奖励制度可能导致一种动机的变化，即由为了正当的目的而作出发现变为仅以获得发现所能带来的金钱为目的。如我们所知，科学中的"公有性"和"无私利性"价值观不提倡精心地构筑基于金钱收入基础之上的、易招致反感的等级

8 美国总统科学研究理事会，《研究管理》，《科学与公共政策》第三卷，华盛顿哥伦比亚特区：美国政府印刷办公室，1947年10月4日，第206页。

差别。[9]

在表示敬意方面，金钱收入对科学和工业所具有的这种不同含义也许也反应在这两种职业所认可的不同“生活风格”上。对于工商界人士，成就的象征是昂贵的物品，如豪华的房屋，高级小汽车，夫人用的高贵的服饰等等。而在科学家中，即使有少数人由于继承遗产而有可能购置这些物品，它们也会被视作不合适的象征。科学家间的竞争严格限制在取得科学成就上，维布伦所说的“钱的竞争”在道德上是被禁止的。

在科学中最恰当的成就象征是一个人的工作，工作的相对声望在某种程度上依赖于一般的公众评价，但更取决于专业同行所作出的评价。如我们稍后将看到的，有少数美国大学中的教席给予占有这些教席的人以其所属领域中最高的声望。在工业界也是如此。某些公司的研究机构具有较其他机构高得多的声望，而在这些机构中供职的人则能分享这一声望。但是，无论在学术界还是在工业界，对于工作的这种评价都不是终极不变的。相反，它们随现任者的成就在有关专业群体中所受到的赞诩的变化而略微变化。在科学中，需要不断地重新求助于取得成就来支持自己。

由于这种过程是如此的迅速，也由于科学家个人明白能评判他的专门工作的同行是多么之少，所以他非常看重其同行非正式或正式表达的意见。在科学中也与在其他所有地方一样，

9　对于科学界的一种荣誉系统，即科学名人录《美国科学家》中用星号来标出“杰出”科学家的方法，已有人提出非议。参见《科学》101（1945），第639页。对于这种系统所使用的方法的介绍，参见维舍尔（S.S.Visher），《〈美国科学家：1903—1943〉中标星号的科学家》(Scientists Starred, 1903—1943, in American Men of Science, Baltimore: The John Hopkins University Press, 1947)；以及《科学》，99(1944)，第533—544页。

我们很难得到关于非正式意见这种强有力的社会控制工具之运行的可靠证据，虽然每个人都知道它的存在，并感到其影响。正式的荣誉表达方式倒还比较容易把握，例如专业社团领导机构的选举，对于卓越科学成就的奖励等。基于这一考虑，让我们来考察一下有关科学中的奖励和报偿的问题。有一些这类的奖励可供我们用来作为例证，它们只面向全国或某一地区范围内的美国科学家，它们几乎每周都出现在《科学》杂志的新闻专栏里(《科学》是由美国科学促进会主办的一份杂志，几乎所有实际从事研究工作的科学家都读它)。但我们不准备这样做，而准备采取另一种方式。为了表明科学中奖励系统作为一个整体所具有的普遍性，我们将选择诺贝尔奖作为考察对象；这一奖的授予是不考虑国籍的。从各方面来看，它作为科学声望的象征所具有的奖励的性质是很典型的。

负责颁发科学中的诺贝尔奖的委员会，大都由一些本人已取得了相当出色的科学成就的人组成，因而他们的意见会受到特别的尊重。不仅不允许个人直接申请诺贝尔奖，而且不是所有的人都有权推荐自认为是合适的候选人。在有权提名候选人的人员中包括瑞典科学院的成员——他们实际授予物理、化学、和生物医学方面的奖；斯堪的纳维亚大学中的某些教授；前诺贝尔奖得主；及世界各国中某些被选中的非常杰出的科学家。最后提到的这组被选中的科学家，其任期仅有十二个月，所以每年都有一个新选出的委员会。这有助于防止偏袒现象的发生并能不断将科学发展的新的代表人物包罗进来。例如，为了帮助评选1949年的诺贝尔物理奖，二百三十七名瑞典以外的科学家(包括四十二名美国科学家)被要求提供候选人。当然，能够被指定为提名委员会委员本身就是一种荣誉，因为只有有造诣的人才可

能被选中。不过，最大的荣誉——任何科学家有可能得到的最高荣誉，却是本身被授予诺贝尔奖。诺贝尔奖得主会受到全世界科学界的欢迎，通常在科学界之外也是如此。

诺贝尔奖还说明了科学荣誉的另一个典型特征，即它们通常是迟到的而非迅速的。在科学奖励的全部历史中，只有一次奖是直接授给一年前宣布的发现的，那就是1923年授予班廷(F.G.Banting)和麦克列奥(J.J.R.Macleod)的生理医学奖。授予他们奖是由于他们与其同事贝斯特(C.H. Best)、科利普(J.H. Collip)一道在1922年宣布发现了胰岛素。也许只有在医学领域一项科学发现的意义能够如此迅即地被人们所认识。通常诺贝尔奖总是授予五至十年前完成的成就。获奖者是些成熟的科学家：在物理学中，得奖者的平均年龄是四十六岁，在化学中是四十九岁，而在生理医学方面，则是五十四岁。[10]

在科学中如同在其他职业中一样，除了荣誉和金钱收入这类社会奖励之外，直接的工作满足感是导致合格的角色行为的一项重要动因。这里我们可以从1947年为总统科学研究理事会进行的一项研究中找出一些证据；这项研究考察了由大学、工业和美国政府部门中的五百六十七名科学家所构成的样本，分析了他们的工作满足感[11]。在一些不尽令人满意的条件下，该研究所选择的这组科学家构成了力所能及的最好的样本。如人们由理性价值观在科学中的重要性所能推测到的，作为个人的科学家在其工作和事业中将智力上的满足看得最高。这些智力满足包括"理解事物的机理，探索未知，和体验创造性刺激"。[12] 占第

10 乔治·W·格雷(George W.Gray)，"诺贝尔奖"，《科学美国人》，181，No.6(1949)，第11—17页。

11 总统科学研究理事会(P.S.R.B.)，《研究的管理》，App.III。

12 同上，第205页。

二位的强烈满足感来自这些科学家所作工作的社会价值。“大多数人说社会贡献是他们所关心的一件事，并觉得他的工作为人类福利作出了贡献。”[13]这是我们所说的“无私利性”科学价值观的一种表现。

工作满足感是科学家选择其职业的组织类型的一个重要基础。“在决定哪种组织类型是最令人满意的时候，每一组（大学、工业和政府）中的科学家都将有可能按其所愿意的方式作其所想作的工作视为首要条件。”[14]在这一点上有相当一部分科学家实现了自己的意愿。大多数人说“他们正在作最适合于他们的工作，有权尝试他们自己的想法，并有机会改善其专业能力。”这些意见无论在这三组科学家内部还是在不同收入或年龄段的科学家之间，都变化不大[15]。尽管这种实际工作满足感存在于所有三种组织类型的科学家中，将他们全都集合起来考虑时，大多数人把大学看作搞研究的最佳组织类型，工业部门次之，而政府则仅居第三位。稍后我们将讨论这种相对排列顺序的意义。大学受到最高评价，因为它有“不受限制的自由”。工业部门提供“可见的、实用的成果”所带来的满足感。政府部门的吸引力乃来源于其“不受限制的研究设备和资源”。[16]每种工作满足感至少足以保证有足够数量的科学家去充实不同类型的组织。

总而言之，用上面所引用的哪篇报告的话来说，“美国科学家认为，以他们为自己所描述的最高标准来衡量，他们相对说来是满足于自己的工作的。”[17]在科学家对《幸福》杂志问卷的回答

13 同上，第206页。
14 同上，第205页。
15 同上，第205页。
16 同上，第206页。
17 同上，第223页。

中也显示了非常相似的粗略结果。对“如果你能重来一次，你是否仍将选择同一条研究路线”一问的回答情况如下：

	学术界	政　府	工　业
是	91%	86%	84%
不	9%	14%	16%[18]

为了说明关于奖励和动机的这些问题并不仅为美国所特有，不妨让我们用一种比较的眼光来考察一下同样的情形如何发生在苏联的科学社会组织中。就对苏联科学家的公共评价而言，我们自然没有任何可供借鉴的民意研究，但是如果我们可以依其他证据来作判断，那么确实可以说科学和科学家在苏联享有极高的声望。英国科学家埃里克·艾什比报导了在苏联对科学家的极度赞美。在他看来，这种公共赞诩是如此的巨大和广泛，已近乎达到对在世的科学家进行“英雄崇拜”和将故去的科学家“列为圣徒”的地步。他进一步认为这种“对于科学和科学家的深深的尊重”，帮助吸引了“苏联一些最杰出的人才”。对于科学家的许多优秀的奖励在报纸上被大肆宣传，从而导致“很多苏联青年把成为一名科研工作者作为自己的奋斗目标”。甚至有纪念科学家及其发现的公共节日，这倒很像我们通过发行纪念邮票来颂扬爱迪生等人物。[19]

所有这些听来都很熟悉，而授予苏联科学家以更可见的奖励的制度也不例外。最高的荣誉和金钱奖励给予那些被选入若干加盟共和国科学院或全苏科学院的人。在最近几年里，这些人的人数已大大扩充，他们有相当可观的工资收入，并且同样重要的是，他们享有种种特权，如较好的住房条件、额外的衣食供

18 《幸福》杂志，“科学家”，第174页。

19 埃里克·艾什比：《苏联科学家》，第八章，尤其是第192页。

给、购买汽车之类稀缺消费品的权利、一定的免税待遇、及旅游度假的机会等。还有给这些人及其孩子、遗孀的养老金。这些年薪与其他给予在专业领域享有盛名的科学家的家庭的特殊奖励一起，在报纸上加以报导。这种物质奖励不止给予那些工作于"纯"或"基础"科学领域的人。例如，就有关发明的专利而言，苏联现在的情况似乎非常类似于英、美两国。[20] 1941年的发明议案取代了1931年首次生效的较早的法律，确定了批准专利和"作者资格"(author's certificate)并给发明以报偿的条件。顺便说一下，"作者资格"这一术语对苏联人来说，要比"专利"这一较资本主义化的术语更为合适，尽管从社会学来看这两者实际上是一回事。1941年立法的结果是从法律上肯定了专业发明家职业以前的既成事实，使其成为这样一种优等的职业；它的成员获得高于平均水平的收入、食品和衣物，且其后代有较好的受教育机会。

在苏联科学家所能获得的荣誉和金钱中，首推斯大林奖最为重要。这一奖非常类似于诺贝尔奖，它不仅仅授予科学领域，其头奖也具有相当大的一笔钱。例如，1943年物理学家彼得·卡皮查(Peter Kapitsa)获得了约三万美元的斯大林奖，以表彰他关于氦超流体的发现。这是一项有重大实用价值的发现，因为它提供了一种便宜许多的制造液氧的方法，从而导致在冶金工业还原矿石的过程中有很大的节约。每年单授予"纯"自然和

---

20 弗兰西斯·胡斯(Francis Hughes)，"苏联发明奖励"，《经济杂志》，55(1945)，第291—297页。弗兰西斯·胡斯，"苏联对于创造性的刺激"，《经济杂志》，56(1946)，第415—425页；弗兰西斯·胡斯，"刺激和苏联的发明家"，《发现》，1947年1月号，10—12，第32页；以及埃尔温·O·安德森(Ervin O.Anderson)，"民族化和国际专利问题"，《法律和当代问题》，XII(1947)，第762—795页。

社会科学的斯大林奖金就有一百二十万美元。此外还有六十项奖授予“应用”科学中的发明，包括十项各有一万六千美元的一等奖，二十项各有八千美元的二等奖，及三十项各有四千美元的三等奖。

关于直接的工作满足感，因为缺乏可靠的信息，我们无法判断在大学、工业和政府实验室中工作的苏联科学家具有怎样的工作满足感。不过由提供给苏联科学家的各种社会动力与在更“自由”的社会中通行的那些动力之间的普遍相似性，我们可以有把握地推断，苏联科学家所具有的各种工作满足感也是非常相似的。当然这种相似仅以政治权威不对科学的社会组织发号施令，乃至强行干预某些科学理论为前提。我们在第三章中已经看到，近来在苏联，这种发号施令已变得越来越频繁。由于“不受限制的自由”，这类工作满足感对于科学家——无论其处于何种社会中——是极其重要的，因而近来直接政治干预的这种增加，很可能已使得苏联科学家变得不如以前那样自足和有效率。

我们现在可以回头来讨论美国科学社会组织的某些一般方面。我们以前的叙述似乎暗示着专职和专业的科学职业角色是从来就存在的，但如我们在第二章中已看到的，情况并非如此。在那里我们看到在十七和十八世纪，当相对成熟的科学首次出现于西欧社会中时，科学家不仅在绝对数量上为数甚少，而且主要是业余爱好者，也就是说，其主要职业角色是科学之外的某件事。确切地说，这些早期的业余爱好者对于科学在热情乃至常常在实际能力上都相当于后来的专职者。举例来说，本杰明·富兰克林几乎是科学上杰出业余爱好者的原形，他由于对电学理论的贡献而在物理学史上占有重要的一席。当我们现在说到“业余爱好者”时，我们不是在指一种社会角色，一种个人对科学

的忠诚，或一种专业上的完备水平。美国科学社会组织的发展过程像其他大致相似的“自由”社会一样，实乃从少数业余爱好者向大量职业、专业工作者的一种进化。我们现在将考察这一进化在美国社会中的发生情况及其后果。

我们已经看到，早期科学中的业余爱好者以协会的形式联合起来，从而为自己提供一种工作、研讨的共同聚会场所。这些协会中最初的一些——英国的皇家学会，法国科学院，及意大利的齐门托学院——成立于十六和十七世纪的欧洲[21]。最初的这类美国协会是1743年由本杰明·富兰克林创建的美国哲学协会，它至今仍然存在。当时，各种科学在“自然哲学”的名义下相当紧密地集合在一起，而业余爱好者则试图研究这一整个领域。直到十九世纪职业化和专业化才占踞科学各大小地盘，而这些发展趋势在美国的出现要比在欧洲晚得多。“在十九世纪的大部分时期中，美国所显示的对基础研究的普遍不重视”反映在这个国家中科学的职业化要比同期的欧洲进行得慢。[22]我们常常忘记大规模的职业化科学是多么新近的发展。例如，并非许多人都知道“科学家”一词本身在以前是不为人所知的，直到十九世纪剑桥大学的伦理哲学教授莱弗兰德·威廉·惠威尔（Reverend William Whewell）才将其精心地构造出来。[23]

---

21 沃恩斯坦：《科学协会的作用》；H·布朗：《科学组织》；以及多萝西·斯蒂姆森（Dorothy Stimson）：《科学家和业余爱好者：皇家学会史》（Scientists and Amateurs: A History of the Royal Society, New York: Henry Schuman, 1948）。

22 理查德·R·什洛克（Richard H. Shryock），“美国在十九世纪对基础科学的忽视”，《国际科学史档案》，28（1948—1949），第50—65页；理查德·R·什洛克，“十九世纪美国医学研究中的趋向”，《美国哲学学会会议论文集》，19（1947），第58—63页。

23 J·R·贝克尔，《科学和有计划的国家》，第18页。

职业化之不断增长的图式是很清楚的。在十九世纪的前半叶它首先出现于美国的学府和政府部门本身，后者在这时雇用了最初几个正式科学家。随着最初的大量财富在美国工商业中的积聚，职业科学家可以得到更多的财政资助，因为新的资本家愿意为学院中的正式科学教师捐助职位，甚至愿意捐助科学机构中整套的这类职位。例如，哈佛的劳伦斯科学研究院就是在这时由艾伯特·劳伦斯(Abbott Lawrence)捐款建立的，他是新英格兰棉纺织业的先驱。另外，耶鲁的谢菲尔德科学研究院也是类似地由康涅狄格州的运河和铁路大亨约瑟夫·E·谢菲尔德(Joseph E. Sheffield)捐建的。在这一世纪的后半叶，职业化科学不断扩展，这时大工业也为正式科学工作者提供了一些工作。[24] 在接下来的三章中，我们会更详细地看到，在二十世纪中，大学、工业和政府部门中的专职科学家人数都有了极大的增长。

不幸的是，我们没有什么数据来哪怕粗略地描述一下美国科学中职业化增长的这种图式。下列表格一直追溯到1876年，显示的只是所有学术领域中博士学位获得者人数的增加，因而它仅是对用全部精力从事科学家职业的人数增加情况的一个非常粗糙的估价。

年份	被授予博士学位者人数	授予机构的数量
1876	44	25
1890	164	—

24 德克·J·斯特罗伊克，《正在形成之中的美国科学》，随处可见，特别是第322，341页。

1900	342	—
1910	402	38
1920	532	44
1926	1,302	62
1928	1,447	69
1930	2,024	74
1935	2,649	84
1937	2,709	86[25]
1958	9,000	175[26]

这张表所暗示的二十世纪中职业科学家人数的迅速加速增长，为《美国科学家》——一本关于美国科学的人名辞典——所列举的下列科学家人数更可靠地予以印证：

1903	—	4,000
1910	—	5,500
1921	—	9,500
1928	—	13,500
1938	—	22,000
1944	—	34,000[27]
1949	—	50,000
1955	—	90,000

25 美国国家资源委员会，《研究——一种国家资源。I. 联邦政府与研究的关系》，华盛顿哥伦比亚特区：美国政府印刷办公室，1938年，第 168 页。

26 伯纳德·贝莱尔森(Bernard Berelson)：《美国的研究生教育》(Graduate Education in the United States,New York,1960)，第34—35页。

27 S·S·维舍尔，《标星号的科学家》。

我们现在所关心的只是显示美国职业科学增加的图式。这一图式在其他“自由”社会中也大致相似。稍后我们将给出描述现在美国职业科学家绝对人数的数字。

科学的职业化当然仅部分地是科学自身内部变化的结果。它还部分地反映了美国社会中整个职业结构职业化和专业化的不断增加。正如科学促进了劳动分工，在美国社会里不断加强的劳动分工也反过来为科学提供了大量工作机会。作为一个整合的职业结构中的一种基本和正规化的职业，科学的稳定性增强了。

直到目前仍在不断加强的专业化趋向，是现代美国科学的另一个侧面，它同样即是科学自身内部变化的结果，也是更广泛的职业系统变化的结果。麻省理工学院的数学教授、《控制论》一书的作者诺伯特·维纳(Norbert Wiener)曾非常生动地描述这一变化的图式及其当代背景。他说，“从莱布尼茨以后，也许没有一个人曾完全把握他所处时代的全部知识活动。从那时起，科学越来越成为专家的事情，这些专家的工作领域有愈益变窄的趋势。”他认为，在十九世纪，虽说没有产生一个莱布尼茨式的人物，但至少还出现了像高斯、法拉弟、达尔文这样的人，他们的知识和工作能够覆盖科学中整个一个巨大分支。然而，“在今天，没有几个学者能够不加修饰地称自己为数学家，或物理学家，或生物学家。一个人可以是拓扑学家，或声学家，或昆虫学家。他可以精通自己领域中的术语和全部文献，但是，更经常地，他会把下一步的课题看作是隔壁第三个门中他的同行的事情。”[28]

---

28 诺伯特·维纳：《控制论，或者动物与机器中的控制与通讯》(Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine, New York: John Wiley & Sons, 1948)，第8页。

没有比在美国出版的成百上千的不同种专业科学期刊更明显地说明现代科学的专业化。在全世界，如果把那些部分重复甚至全部重复的期刊也算在内，专门科学期刊的数目不下四万种。[29] 由于期刊的这种激增，有时专家们抱怨他们仅有跟踪其所在狭窄领域中的工作的能力。有某些工具有助于减轻"跟踪"其他专家和整个科学趋势的任务，如论文摘要和通用科学期刊的出版。但是，无论在美国还是在其他地方，当今科学都面临一个重要的问题，那就是如何在众多的科学专业之间维持一种有成效的联系。科学的概念体系，如我们所看到的，既是概括的，又是抽象的；专业化使得更高的抽象性成为可能，但是有时它却会阻碍科学理论的更高的概括性，而它本应对此作出有利的贡献。

职业化和专业化的增强都反映在美国科学协会类型的变化和数量的增长上。从科顿·马瑟（Cotton Mather）对十七世纪一个"哲学"或科学协会在波士顿举行的一次聚会的下列描述中，我们可以对业余爱好者及早期协会的普遍兴趣有些认识。马瑟说："一个由意见相合的绅士们组成的哲学学会，每两星期开一次会，讨论有关改进哲学和增进自然史知识的问题。"[30] 今天在美国有数以千计的地区性和全国性专业科学协会，它们代表着数以百计的科学专业。[31]

在美国科学中这些专业组织分为三类，每一类都代表今日科学所面临的特征问题。数量最多的科学组织无疑是那些科学

---

29 不列颠科学工作者联合会，《科学与国家》(Science and the Nation, London: Pelican Books, 1947)，第193页。到1950年，《世界科学期刊一览表》列出了五万份期刊，这个数字在过去的十年可能又增加了一万。

30 转引自拉尔夫·贝茨 (Ralph S. Bates)，《美国的科学协会》(Scientific Societies in the United States, New York: John Wiley & Sons, 1945)，第3页。

31 有关清单，见上书。

内部高度专门化的学科组织；另一类组织在数量上要少得多，关心的是科学作为一个整体的普遍利益和问题；此外还有若干有关第三类组织的例子，它们特别关心的是科学的“社会问题”和“社会责任”。例如，在1948年有二百零八个专业科学协会和学院附属于美国科学促进协会，而这一协会是关心科学普遍利益的范围最广的组织。[32]这二百零八个协会主要是自然科学群体，但也包括有某些社会组织。然而这一数字并未囊括所有全国范围的科学协会。

另一种评价专业科学组织激增的方式是考察一个科学家所有资格加入的那些组织，而无论他实际上是否真的加入它们。他可以加入美国科学促进协会（稍后我们将把它作为普遍型组织的一例而作更详细的说明）；他也可以加入他那个领域（例如数学）中的全国性协会；或加入他那个领域中某一兴趣更狭窄的专业学会，如拓扑学会；或加入全国性协会的各种州和地方性分会；他还可以加入州和地方科学院，这些科学院有的是专业机构，有的则是跨专业机构。然而，大多数科学家由于其本职工作的压力或由于时间和资金的限制，很可能只加入他有资格加入的那些组织中的几个。

现在让我们更详细地逐一考察一下这三类科学组织。专业协会关心的是其自身领域——无论其是多么专门——中的问题、政策和工作。一个全国性专业协会的成员可能少至不到一百人。这类组织是在其活动领域中起松散协调作用的重要机构。它们的年会不仅是宣读科研论文的正式场所，也为其专业成员之间的非正式交流提供了保贵的机会。有时专业协会也涉

32　到1961年，隶属美国科学促进协会的专业协会有二百九十四个。

及一些较普遍的问题，如它们有限的利益与整个科学或国家利益之间的联系。

科学中的一般性协会的目标是对整个科学提供某种松散的协调，并关注科学与整个社会的联系。这类组织中的两个：一是国家荣誉科学协会——西格玛—克赛（ΣΞ），它相应于人文科学和社会科学中的费—贝塔—喀帕（ΦBK）；另一个是美国科学促进协会。美国科学促进会的理想是将自己与各专业的全国性科学协会联合起来，从而粗略地“代表”美国科学。它已经向这一目标迈进了一些。它的年会是数以千计的科学家聚会的盛会，这些科学家不仅参加该协会的一些较普遍的会议，而且参加它的若干专业分组的会议。美国科学促进协会的官员也是许多不同专业协会的成员，他们的职位要求他们对于美国科学具有比他们作为专家所具有的更广阔的视野。美国科学促进协会主席是美国科学家所能入选的少数几个最为显要的职位之一，来自大学、工业和政府的科学家都曾受到过这一高等荣誉，虽然大多数主席由大学科学家出任。这个一般性科学协会自1848年诞生以来的成长，在一定程度上可反映整个美国科学的成长。请特别注意在最后四十年中这一成长的明显加速：

年代	成员
1848	461
1858	962
1868	686
1878	962
1888	1,964
1898	1,792

1908	6,136
1918	9,000(近似数)
1928	16,328
1938	19,000
1948	42,000[33]
1960	62,097

美国科学中的第三类专职组织关注的是科学的"社会问题",既涉及到整个科学的社会责任问题又涉及到某些特殊问题,如当代的原子能问题。经过战时在原子能研究实验室举行的一系列非正式会议之后,于1945年 12 月正式成立的原子科学家联盟即属于这类科学协会。虽然该组织的一般目标在战争还在进行时即已确定,但它的积极活动却是在其成员觉得有必要反对国会颁布控制原子能的梅—约翰逊法案时才展开的。这一几乎未经听证就要加以通过的法案,指定由军方对新原子科学施行最终控制。为了反对这一法案,"一个科学家院外活动集团突然在华盛顿出现了。这一院外活动集团就是原子科学家联盟的开端,它多少取得了一些成效,并从此在华盛顿长住下去。"[34]虽然原子弹明显是这一组织成立的直接诱因,它的章程的序言却表达了一种更为广泛的社会目标:"原子科学家联盟的成立是为了承担科学家愈益明显的责任,促进人类福利,稳定世界和平。"这一较一般性的目标不如那些较特殊的目标对其成员更有

---

33 默尔顿(F.R. Moulton),"美国科学促进协会和有组织的美国科学",《科学》,108(1948),第 573—577 页。

34 克利福德·格罗布斯坦(Clifford Grobstein),"美国科学家联盟",《原子科学家通报》,VI(1950),第 58、61 页。

吸引力。在该组织的早期阶段，它有三千名成员。到1950年，它只有一千五百名成员，在九个州中分为十三个小组，其中有的成员是另外二十一个州的代表。美国社会中的科学家，像其他可比的专业专家群体一样，既无时间也无兴趣去非常积极地关心各种社会问题，即使那些与科学自身有直接关系的问题。在过去的几年里，原子科学家联盟较少关注原子能及其控制，而更关心保障自由探索的精神和促进"那些能确保科学造福于人类的公共政策。"[35] 像各种活动领域中的其他许多小型志愿社团一样，原子科学家联盟在其华盛顿的办公室里仅有一名领薪的雇员。联盟的工作主要由地方志愿者进行。尽管如此，该组织曾非常成功地为了良好的目的而施加政治压力——不仅在反对梅—约翰逊法案上，而且在此后的许多问题上。

这三类专业科学组织的一个共同之处是，它们都表现出与其他所有领域中的志愿者社团相同的成员构成模式。[36] 也就是说，其成员由两部分构成，一是少数积极分子；一是庞大的、不太积极的大多数人。少数积极分子有最强烈的兴趣并占踞大多数领导职位。但是与某些其他志愿者社团不同，科学组织中的最高职位几乎从不由那些仅在组织中表现得非常积极的人来充任。体现着科学的等级和价值的这些最高职位，习惯地通过成员的表决而作为优秀职业成就的象征，授予那些在组织中最有名望的科学家，无论其是否非常积极地参与组织的事物。积极的参与在这里像在其他地方一样，可能也起作用，但不是特别重

---

35 同上。

36 伯纳德·巴伯，"联合会中的参与和'大众反感'"，载古德纳尔(A.W. Gouldner)编的《领导研究》(Studies in Leadership, New York: Harper & Bros., 1950)。

要。我们已经看到，被自由的科学组织选为领导人乃是对于成就的一种正式承认，而这一过程本身就是这些组织的几种最重要的功能中的一种。

至此我们已经追溯了美国科学社会组织所经历的巨大变化。从我们刚刚对专业化职业科学组织的剧增所作的考察中可以看到，科学再也不是1880年托马斯·赫胥黎所描述的“一支围绕在物理科学旗帜下的三流部队，……某种主要由非正规者组成的游击部队。”科学现在是由虽然松散但却有效地组织起来的正规专业人员组成的一支正规军。

尽管如此，在当代美国科学中仍存留有少数业余科学家[37]。在某些科学领域，一个人仍有可能利用闲暇时间作某些本职以外的有用工作。天文学、矿物学、鸟类学及无线电通讯就是这类领域中的几个。[38]有些业余爱好者甚至能在某一特定知识领域中变得很专，以至能达到某些专业人员的水平。但是总的说来，业余爱好者所作的少量工作也依赖于同一领域中的专业人员工作。大学、博物馆及研究机构不仅为业余爱好者提供了知识的源泉，而且只有通过它们的持续中介作用，业余爱好者才能将其微小的贡献汇入前者庞大的知识体系上。例如，美国变星观察者协会在本国有一百三十名成员，他们在其领域从事非常可贵的研究，但是这可贵仅是由于有专职天文学家存在——他们组织这一协会，并将其成果运用于自己的工作。在某些科学领域，

---

37 W·斯蒂芬·托马斯(W. Stephen Thomas)，《业余科学家》(The Amateur Scientist, New York: W. W. Norton, 1942)。

38 关于业余爱好者可能从事的科研类型，参见海尔丹(J.B.S. Haldane)，《可能的世界：一个科学家看科学》(Possible Worlds, A Scientist Looks at Science, New York: Harper & Bros., 1928)，第二十四章。

如“纯”物理学和化学，业余爱好者的工作几乎是不可能的，这是由于在这些领域欲取得满意的结果，需要高强度的训练、大量的时间和昂贵的仪器。在使用业余人员时会遇到巨大的组织困难，这点其他领域——比如说社会工作领域——中的专业人员已经有了体验。甚至像托马斯这样的业余爱好者工作的热心人也说：“当真要用到业余人员来进行重要的实验或哪怕搜集实验所需的事实时，有关的专业人员都会被所面临的管理和组织问题弄得手足无措。在任何情况下，使用志愿者都需要大量的计划和监督工作。”[39] 在科学中使用业余人员的困难充分表明科学作为整体应由专业人员来掌握的重要性；这些专职人员在美国职业结构中应占有一个正常的地位。

在我们刚才讨论科学中专业组织的功能时，我们已经顺带地提到它们在专业学科和整个美国科学中所起的松散协调作用。美国科学中的协调和控制这一题目是非常重要的，它值得我们现在集中精力来加以讨论。在本书中我们还将回到这一题目，尤其在第十章详细论述科学的社会控制问题时，但是目前仅挑出一些美国科学这方面的某些一般特征也就足够了。

应当立即说明的、最明显和基本的事实自然是，没有任何获得正式认可的领导机构负责协调和控制美国科学。像其他“自由”社会中的科学一样，美国科学作为一个整体仅仅是非正式地组织起来的。科学是一个多元世界，其中不是仅有一个而是有许多个影响中心，它们谁也不凌驾于谁之上，尽管，如我们将看到的，这些亚中心是以确定的方式相互联系的。情况为何如此，确切地说为何必须如此，这是一个涉及到科学的核心本质的问

---

39 W·托马斯，《业余科学家》，第169页。

题。在以前的章节中我们已经数次谈到它并且还将在以后的章节中再次谈到它；当我们论述科学的社会责任和科学中的计划时，我们将试图把这个问题联成一个整体。目前我们仅需将其看作是美国科学中基本的协调模式，几个较次要的模式相对于这一模式才能发挥其作用。

正是由于美国科学只是非正式地而不是正式地组织起来的，所以作为一个整体，它在个别科学家和门外汉的眼里的通常形象与市场经济在个别工人和企业家中的通常形象差不多：它似乎不具备任何协调和控制。但事实并非如此。在美国科学中，确有某些精心构造的协调模式在起作用，无论它们是多么的非正式和多么的难以被发现。我们已经提到了一般和专门职业社团中的某些这类中心。既在科学的若干领域内又在这些不同领域间起协调、控制作用的另一种重要模式，表现为某些有重要影响的科学家之间的非正式联系。这些科学家通常既做为科学家本身又作为科学管理者而出人头地，受到广泛的尊重并享有很高的知名度。他们在对人事安排作出推荐，为资金的分配提供咨询，以及在较深入地参与科学问题的解决和科技政策的制订并为此承担责任方面，起着非常重要的作用[40]。

通常这种通过有影响的科学家来起作用的控制模式是隐而不见的，只有少数经验丰富并善于思索的科学家能意识到它的范围和意义。然而当科学的目标变得比较狭窄——在最近这次战争中就出现了这样的情况——时，这种非正式控制的结构就会变得略为明显，不过即使这时它也不是对所有的科学家都如

40　对于科学的这种非正式组织的某些特征之非常生动具体的描述，尤其是强调关键的科学家在分配工作上影响力的文字，参见 L・英菲尔德：《探索》，第 294 页及其后诸页。

此明显。在美国科学中，像哈佛大学校长J.B.康南特，华盛顿卡内基研究院院长瓦涅瓦·布什（Vannevar Bush），前麻省理工学院院长卡尔·T.康普顿(Karl T.Compton)这样的人和其他少数科学家通过将科学中许多分立的权力和控制中心集合起来，而产生了重大和有益的影响。例如，一项关于战时负责科研的政府机构——科学研究与发展署（O.S.R.D.)——的研究报告说，在最近这场战争期间，"科学研究与发展署的管理分解成布什、康南特和康普顿三人执政。"[41]布什本人则指出，虽然在战争期间有大约三万名科学家和工程师在研究新武器和新医药，但只有"三十五人左右处于〔控制的〕高级职位上"。[42]无论我们中的某些人持有多么绝对的反权威主义价值观，这却正是如此庞大和成功的一项事业需要和渴望的。指出美国科学中的非正式控制结构是有必要的，因为我们的个人见解常常使我们认不清它的存在和意义。

幸运的是对于非正式影响机制的运行已有详尽的书面描写，所选择的案例是为一个战时科研项目配备人员。[43]首先要选择一个负责这一项目的科学家，这一选择大概主要依靠某些像康南特，布什，或康普顿这样关键的人物的推荐。然后，被选中的科学家，"根据对于其专门领域的广泛了解，来选择扶助他的一

---

41 《幸福》杂志，"重大科学争论"，33(1946)，7月号，第116—123页，第236页以后。当然，对于这种"科学寡头政治"，存在着反对意见。参见塔尔科特·帕森斯，"科学立法和社会科学的作用"，《美国社会学评论》，XI(1946)，第657页。

42 瓦涅瓦·布什，《现代武器与自由人》(Modern Arms and Free Men, New York: Simon and Schuster, 1949)，第3页。

43 梅康·H·特里特恩 (Merriam H. Trytten)，"科学家的流动"，载列奥纳德·D·怀特 (Leonard D. White) 编的《战时民用服务》(Civil Service in Wartime, Chicago: The University of Chicago Press, 1945)。

组同事。"而这些人又推荐另外四、五十个人作为直接补充。这些人中的大多数在学术界工作，大概由于已经参加到课题中的人的影响，他们的"离职能够很容易地得到安排。"特里特恩(Trytten)总结道："科学研究与发展署主要项目的科学家的召集，在大多数情况下都采取刚刚描述过的这种'扇形展开'模式。以也许是科学研究与发展署最大同时也是最成功的实验室为例，这一过程以四位国际知名的美国科学家在纽约一间饭店客房里的一次聚会为开端。他们依据其集体的经验选出了四十位年轻、积极而又完全成熟了的科学家。通过这些核心骨干又展开进一步的联系活动……实验室日益增大……最后达到了有一千名专职科学家和工程师的水平。"[44]

决不应低估美国科学中这种非正式协调的价值。[45] 布什在分析与美国具有相当平等机会的纳粹德国为何会在试制原子弹上遭到"惨败"时指出，一个重要的原因是他们的科学组织非常糟糕。[46] 也决不应看低我们已提到的那些主要美国科学家的巨大管理才能。作为管理者，他们在战时与华盛顿的国会议员、政府官员、以及军队将领的成功周旋，曾被描述为"这场战争中的小奇迹之一。"[47] 如果这些人在和平时期所取得的一些虽然小但却类似的成就能为人们所知，他们在战时的这些成功就不会显得如此令人吃惊了。有些美国科学家有相当的行政管理才能，不过他们却宁愿忽视这种才能，以专心致志地培养其研究兴趣。

---

44 同上，第 60 页。

45 欲了解早已熟悉并相互信任的人们之间的个人接触之重要性的其他证据，参见 J.P.巴克斯塔，《努力的科学家们》，第 14 页及以后各页。

46 V·布什，《现代武器》，第 87 页。

47 《幸福》杂志，"重大的科学争论"，第 120 页。关于同一个论点，参见 J.P.巴克斯塔，《努力的科学家们》，第 18 页。

战争却使他们有机会得以发挥这种潜在的以及那些已经在科学组织工作中得到证明的才能。例如，战时科学工作带来了一整批新型的科学家管理者，他们中有洛斯阿摩斯实验室主任，高等研究院现任院长奥本海默（J.R. Oppenheimer）；负责雷达研究的辐射实验室主任，现在的加州理工学院院长李·杜布里奇（Lee DuBridge）；火箭研究主任，现在的波都大学校长弗雷德里克·H·霍佛德（Frederick H. Hovde）等。

我们还可以进一步注意有关美国科学中这一非正式控制模式的另一重要事实。那就是大学科学研究的基本重要性乃体现在大多数有重要影响的科学家的学术联系之中。有时这些学术联系涉及到一些重要技术机构，这一点也是很重要的，因为正是通过这些培训了许多工业科学家的研究中心，这一影响模式才能传至全国各地的工业和学术研究团体。通过像布什这样的人物，还可确立与私人研究组织的联系，像卡内基研究院这样的私人组织不仅有自发的研究，而且还资助其他组织的研究。按这种方式，主要科学家之间的非正式联系将美国科学中所有不同种类的组织联结并部分地协调起来。[48] 这种非正式协调是美国科学的一项宝贵财富，并且还是非常重要的财富；因为这种协调，无论它是非正式的还是正式的，都须掌握在科学自己的领导人手里而非掌握在从政治上任命的非科学家手里，这是保证科学自主性的必要条件之一。

这种协调模式的存在既不是科学中的新鲜事，也不独为美国科学所特有。例如，1864年托马斯·亨利·赫胥黎和一群著名科学家组织了一个X俱乐部，它是一个每周聚餐一次的社团。

48　对于英国科学中非正式控制的类似模式的描述，参见J.D.贝尔纳，《科学的社会功能》，第三章。

赫胥黎后来报导了他偶然听到的非该俱乐部成员的两位科学家之间的如下谈话。

"我说A，你知道X俱乐部是怎么回事吗？"

"哦，是的，B，我听说过它。他们做些什么？"

"他们管理科学事物，而且说真的，总的说来他们干得还不坏。"

这一俱乐部只维持到其创建者的有生之年，它对学术职位和科学协会内的任命及晋升有很大的影响力。[49]

在作为一个整体的美国科学的非正式控制的一般模式内，产生了两种补充的社会组织模式。第一种像一般模式一样，是非正式的。许多美国科学家以个人身份独立从事其研究，或在"小组"中进行其研究，这小组的领导人并不怎么像官方领导者那样以"首长"的身份自居，而很经常地是以师傅对待晚辈、对待缺乏经验的学徒的姿态出现。这种非正式模式在许多科研领域中是必不可少的，以后我们还将多次回过头来讨论它对于科学进展的基本作用。我们尤其将在第九章中论述这一问题，因为它与发现和发明的社会过程有关。第二种模式是正式的或等级制的、"科层制的"，它在一般的非正式模式中保持开放，但却与之不同，有时似乎还与之有冲突。这一模式在美国科研中正日益频繁地出现，它反应了科学自身以及科学与"自由"社会其他部分的关系所发生的重要变化。海军研究署的威尔逊·F·哈伍德(Wilson F. Harwood) 指出，"大型实验室是二十世纪的产物"。它尤其是过去二十年的产物。他指出，"举例来说，在1938年，在华盛顿的负责海军研究与发展的海军研究实验室，只几栋

---

49 埃利斯 (C. E. Ayres)，《赫胥黎》(Huxley, New York: W. W. Norton & Co., 1932)。

房屋和数百雇员，其年预算实质上低于五十万美元。今天同一实验室有大约一百万平方英尺的实验室面积，大约三千名雇员和每年一千八百万美元的经费。"[50] 这不过是美国大学、工业和政府科学中众多类似例子中的一个。

科学社会组织中的这一变化自然只是现代"自由"社会向着日益"科层化的世界"的更大变化的一部分。[51] 当我们讨论科学中的计划时，我们将看到这一更大的趋势是如何影响科学中的这一变化的。而我们现在所关心的仅是与科学内部正式组织增加特别有关的那些条件。这些条件包括科学日益增强的应用性，科学日益卷入到政府和工业科层制中，以及科学自身内部的某些变化。

首先让我们考虑日益增强的应用性对美国科学社会组织最近发生的变化的意义。现代科学的迅速成长，即基础概念体系的普遍改善，意味着在更多的实用场合中，科学理论被证明是有用的。作为几个例子，可以指出在化学和电子工业，在医疗及农业方面，基础科学现在是可以应用的。也许将基础科学应用于有限和能确定的目标的最明显和近期的例子是原子弹的研制。也只有在具有有限和能确定的目标这样的社会情形中，正式的社会组织才是一种最有效的手段。与反对"科层制"的意识

---

50 威尔逊·F·哈伍德，"研究机构中的预算和成本计算"，载乔治·P·布什(George P. Bush)和洛威尔·H·哈特利(Lowell H. Hattery)编辑的《科学研究：管理与组织》(Scientific Research:Its Administration and Organization, Washington, D.C.:The American University Press, 1950)。

51 对于更大范围的动向，对于它所引起的某些社会问题，以及对于处理这些问题的一种民主程序的论述，参见卡尔·曼海姆(Karl Mannheim)，《自由、权力与民主的计划》(Freedom, Power & Democratic Planning, New York:Oxford University Press, 1950)。

形态相反，等级结构的社会组织并非魔鬼的工具。毋宁说它是一项我们仍在加以改进的伟大的社会发明，是一种坦率地说带有某些缺点但却合理的社会手段，它有助于实现有限和能确定的社会目标。所以它不仅目前在我们的社会中被使用，而且早在很久以前就已在其他社会中被使用。例如在古代中国以及在许多社会的军队中，正式组织就曾很好地被用来为人服务。[52] 所以，毫不奇怪，在实用场合中科学有用性的增强意味着寻求应用基础科学的等级制组织的数目的增加。虽然，如我们将看到的，在科学中有些场合不适于采用这种社会组织，但是也有许多其他场合同样不适于采用非正式组织。这里我们只须再次回想一下原子弹的例子。

无论在应用科学中还是在基础科学的某些有限范围内，正式组织都特别适于达到给定的目标，这一点当社会危机使目标变得特别紧迫时，就会显得更加明显。例如，在最近这场战争期间，电子和原子研究领域中的大型正式组织被迅速地建立起来，前者是为了开发像雷达、无线电引信这类的新指定的研究目标。原先制订的战时科研计划曾想让每个科学家仍留在自己的大学中。但是随着工作量的增加，需要迅速的协商、相互帮助和指导，此外还需要为着同一有限目标工作的科学家之间能保持频繁密切的联系，所有这些都促成将所有这些科学家纳入到同一大组织之中。研究科学研究与发展署之历史的J·P·巴克斯塔写道：“从大群体合作研究中所能得到的好处太多了，以至不能对其置之不理。”[53] 大型正式研究组织分别在伊利诺大学，西北大学，

52 参见罗伯特·K·默顿等人，《科层制读本》(Reader in Bureaucracy, Glencoe Ill.: The Free Press, 1952)。

53 J.P.巴克斯塔，《努力的科学家们》，第20页。

麻省理工学院和哈佛大学建立起来。仅在麻省理工学院辐射实验室的全体职员中，就有六十九人来自不同的学术研究机构。

科学与主要为其他目的而设立的科层制——如工业和政府的科层制——的结合，也增加了科学中正式组织的份量。当然这部分地也是科学不断增加的可应用性的一个结果。但是，即使在有些地方，科学的应用性并不那么至关重要，或至少不那么紧迫，科学家群体仍面临着要将自己更加正式地组织起来的压力；因为只有这样，它才能以一种正规和有序的方式来与它所参与的科层制的其他部分相适应。我们将看到，即使在大学中也会出现这样的情况，那时科学家必须选出自己的"官员"来负责"管理"。这样做的必要性在其他已经科层化的组织中就更大了。的确，有时甚至当科学家实际上并未卷入到官僚机构中，只是依赖于它的财政资助，而在法律上仍独立于它时，这种促进正式组织的压力都可能存在。例如，许多大学科学家发现非常需要建立正式组织，以便与日益成为他们研究经费的主要提供者的那些官僚机构——即政府和私人慈善基金会的官僚机构——保持联系和进行周旋。有时拨给经费的条件就是分立的研究单位必须结合成一个较大的整体，以便能够更有效地与拨款机构打交道。

科学自身内部的某些变化也促成了对于正式组织需求的增强。这些内部变化中的第一个是科学工作中专业化和劳动分工的增强。在社会生活中的任何地方劳动分工都会带来对于协调和控制的需要。尤其是在对具体问题的应用上，科学中的这种控制或"组织"必须是正式的而不是非正式的，但是对于那些较基础的研究，这一点也可以是成立的。贝尔电话实验室前主任，美国科学促进协会前主席，已故的朱厄特（Jewett）先生曾对以前

所举的不同的科学专业为了同一实用目的，必须联合起来加以应用的例子作过如下评价："在许多领域中，产品可能包含相当广泛的物理、化学和生物问题；这些问题可能会如此绞缠在一起，以至需要从许多角度进行科研攻关。这样我们就需要有大型研究组织，它具有许多领域中的专家和专业设备，并且把这些人和设备组织起来，保持协调一致。"他觉得："经验已经表明这是处理复杂问题的最有力、有效和经济的方法。它大大优越于将问题的各部分交给单个实验室的解决方案。这是因为在工作的各个阶段诸种要素相互作用，在某领域中所能作到的将决定在另一领域中能作到什么或不能作到什么。"[54]

生物化学研究基金会主任埃利斯·麦克唐纳曾描述过在更基础的研究中要求许多专家进行合作的类似情况。在谈到从土壤细菌中获得的一种"能阻止并杀死细菌的微生物"时，他说道，"它是由微生物学家发现的，由那些操纵梁式压缩空气驱动离心机(Beams'air-driven centrifuge)的人加以分离。它被交给细菌学家和细胞学家以决定其性能和威力，交给微生物化学家以分析、辨别、鉴定它的可能组成部分，交给有机化学家进行分馏，交给光谱学家进行描绘并鉴定其光谱仪差异……这些微生物又交给细胞学家对动物进行毒性和其他实验，交给显微学家记录其晶体结构，交给外科医生以研究它对严重感染的伤口的外部影响，交给物理化学家以测量其物理常数并对其结构作进一步的研究。我们把这一整个过程叫'经受磨炼'。所有这些都出自我们全体成员的工作，是我们共同的程序安排。"[55]在这样的劳

---

54 F.B.朱厄特，在标准石油发展公司，《工业研究的未来》，私人印刷，1945年，第18页。

55 E.麦克唐纳，《研究及其组织》。

动分工之上，显然需要正式的、有组织的控制。虽然这并不意味着工作的每一阶段都由非专门人员来指导，但的确需要某种专门的管理职能。

加剧对于正式组织需求的第二个科学内部的变化是发生于某些(但非所有)研究领域中的变化，它乃是由于仪器设备的发展能导致许多个体研究单位在同一时间里都特别繁忙。在核物理学中我们可以看到这方面最明显的例子，在这里磁力回旋加速器和电子回旋加速器已成为不可或缺的研究工具。[56] 加州理工学院的现任院长李·杜布里奇曾描述由此导致的结果。他说："若干问题可以平行地被加以研究，为了保持机器的运转和进行不断的改进，需要所有团体的联合努力。"[57] 他指出，一般说来，"由于核物理学中的现代工作所需要的某些设备是如此之大和如此昂贵，以至需要众多的人员才能操纵和充分使用它们……我相信发展若干巨大的研究中心是不可避免的，这些中心对于核物理学的进展将是极其重要的。"[58] 在这样的情况下，对于正式组织的需要是很显然的。

总而言之，由于我们已经给出的这些一般原因，大型正式组织在科学中越来越常见了。但是，无论在作为一个整体的科学中还是在科学的许多部分中，这类组织都不可能完全取代非正式组织模式。尽管如此，科层制模式仍搅扰了某些科学家，即使在科学中需要它的地方也是如此。这倒很像科层制在其他领域中的确立曾搅扰某些"自由"社会的臣民一样。法国原子能委员会的技术主任考瓦斯基(L·Kowarski)指出，"引入一种有组

56 关于这个和其他的例子，参见 C.E.K.米斯，《科学之路》，第 177—178 页。

57 参见 E.P.魏格纳编辑的《物理科学》，第 51 页。

58 同上，第 54 页。

织的结构，无论其是多么灵活和精简，都会引起专职科学家的遗憾，因为他们中的大多数人迄今为止都过着一种独立小生产者的日子。”59

除了某些科学家所可能感到的这种广为散布的遗憾之情以外，还有对于科层制模式现在带给科学家的问题的真诚的关心。等级组织这方面的某些问题乃是这种社会组织本身所固有的，与按这种方式组织起来的群体的具体目标——是科学的或其他方面的——无关。这些问题中的某些也曾出现于其他科层制中，如政府部门，工业界及工会组织，在理解和控制这些问题方面已经取得了一些进步。60 科学组织的管理可从对于正式组织这些困难的普遍分析中受益匪浅。不过，仍然有一些为科学所特有的问题。其中最主要的是如何在引导“纯”科学工作者进入某些一般领域并为他们提供资助和设备的同时，又保护他们的基本自主性和独创性。至少在目前的知识状况下很难以更具体的方式来陈述这一正式问题。也许，我们充其量所能做的是认清必须选择这样的人来作为大型研究机构的领导者，他们根据自己的亲身经验懂得科研的性质及其协调的问题。只有这样的人才能将为其下属保持自主性的一般问题转换成手边特别科学专业和特别科学问题所需要的具体社会条件。也许这就是为什么一个成功的科学经营者将某些最成功的大型科学研究组织称为“一个人的影子”61。朱厄特根据他做为一个非常大的研究组织的领导的长期经验，曾经探讨这一重要问题。他说，“实际上，领

---

59 L.考瓦斯基，“心理学与大型物理学研究的结构”，《原子科学家通报》，5(1949)，第6、7页，第187页。

60 默顿，《科层制读本》。

61 C.E.K.米斯，载E.P.魏格纳编的《物理科学》，第59页。

导和其直接下属所作的是提供一种合适的环境，在其中有创造性思想的人可以自由地工作；是勾画出似乎有希望取得进展的一般领域；以及在决定如何继续推进时，对研究成果及其他许多因素进行权衡。"[62]我们已经看到，就组织的目的而言——无论是工业的或其他什么的——这都必然会导致对领导的需要，但同时它仍能为科学发现的自主过程留出适当的范围。[63]很显然，在某些情况下我们可以依靠个别管理者的个人智慧来为好的科研工作提供适当的条件。对于某些职能研究组织非常需要进行认真的经验研究，以考察究竟是什么导致了成功，又是什么阻止了研究目标的实现。研究这些问题的一位学者指出："将管理技能应用于大规模的科学研究与发展是非常新近的事情，对于这一领域的经验我们只有很少的文献记录。当前最需要作的是对经验作出记录和评价，接下来对于有关的发现加以条理化。"[64]关于大型科研机构及其他组织的管理的社会科学，才刚刚超出"常识"阶段。

现在让我们从美国科学中的组织和控制的问题，转向讨论美国科学的范围和规模，也就是说探讨上述这些问题是在什么样的领域内发生的。在此我们必须满足于粗略的估计和一般的印象，因为今日美国科学包括如此多样和常变的专业活动群体，以致很难精确地描述它的规模。然而有一个一般性的事实却是明白无误的。一位负责追踪美国科学中人员变化情况的人指出，

---

62 弗兰克·B·朱厄特，"技术的许诺"，《科学》，99(1944)，第5页。

63 关于大型科研组织领导者的职能，参见埃利斯·麦克唐纳，《研究及其组织》。

64 洛威尔·H·哈特利，"管理中的新挑战"，参见布什与哈特利编辑的《科学研究》。

'美国科学正以陡峭的曲线形式上升。它的每一方面都呈指数曲线形式。"[65]

幸运的是总统科学研究理事会最近所进行的一项研究为我们提供了一些认真地搜集起来的数据，它们至少能够告诉我们目前美国科学人员、资金、设备的大致数量级。这里没有包括社会科学，对于它我们将在第十一章中加以讨论。[66]该理事会的研究估计，1946年美国约有七十五万名专职科学家、工程师和技术人员，他们大约占总人口的千分之五。在这一数字中，大约只有十三万七千人从事基础研究、技术开发和教学。后面这较少的一组人在美国社会中显然极其重要。甚至在这较少的一组人中还存在着一个更重要的核心。它由在物理和生物科学方面具有博士学位的二万五千人构成，这些人能够，即使潜在地，为基础科研作出贡献。[67]在这十三万七千人的总数中，估计在大专院校的有五万，在工业界的有五万七千，在政府部门的有三千。从1946年到1949年，这一总数字引人注意地增加了百分之三十，达到了十八万这一较大的数字。[68] 1940年以来，在大学的科学家的相对人数减少了，在政府部门的保持稳定，而在工业界的则大大地增加了。在1930年，大学占有重要科研人才中的百分之四十九；而在1940年，则只占百分之四十一；1947年，只占

---

65 菲立普·N·帕乌斯(Philip N. Powers)，"正在变化的人力资源图景"，《科学月刊》，LXX(1950)，第165—171页。

66 总统科学研究理事会，《研究的管理》。

67 在1950年，大约有45,000位男子和妇女拥有理学博士和哲学博士学位；到1960年，大约有87,000。与受过不太高级的训练的工程师和科学家之数量的增长相比，这些受过高等训练的人的增加较快。参见国家科学基金会，《科学进步中的投入》(Investing in Scientific Progress, 1961)，第9页。

68 P.N.帕乌斯，"正在变化的人力资源图景"，第165页。

百分之三十六。不过这种减少不一定是有害的。

在美国这么多的人员仍不显得充足。由于总统科学研究理事会认为"科学是维持国家生存的一个主要因素"，并认为"只有通过研究和更多的研究，我们才能为经济增长奠定基础"，它在1946年提出了在未来十年(1947—1957)中，科研人员有计划扩充的政策建议，不过这一建议没有指定到1957年时所要达到的具体目标。我们已经看到，在战后人员的扩充是多么迅速，关键科研人员组的人数从十三万七千达到十八万。这一增长已超出了战后关于科研人力资源情况的报告的预计。的确，也许正是这些报告部分地激励了这种巨大的增长势头。这样的增长率不大可能一直维持下去，但是我们科研人员的大规模扩充却是非常可能的。

我们还可以通过研究所可能得到的资金来衡量美国科学的范围。1900年以来，所有三类科学组织的研究费用都保持稳定增长，其中政府部门的费用比大学和工业界要更快一些。这种增长势态自 1930 年以来，显得尤为强烈。据估计在这一年，美国科学的花费为一亿五千万美元；1940 年，为三亿五千万亿美元；到 1949 年，则为二十亿美元。[69] 所以在三十年代，国家的科研费用翻了一番多，但是总额从未超过国民收入总额的千分之五。总统科学研究理事会在 1947 年作出了非常激进的建议：到 1957 年，美国科研费用最少也要占国民收入的百分之一。战争无疑大大增加了用于科研的经费。例如在 1941—1945 年期间，

69 同上。在1958年，美国科学花费100亿美元。这大约是国民生产总值的百分之二点三。参见查尔斯·V·基德(Charles V. Kidd)，《美国大学与联邦政府研究》(American Universities and Federal Research, Harvard University Press, 1959)，第 39—40 页。

花了大约三十亿美元，其中大多数用于应用研究。这一巨大数额中的百分之八十三是由美国政府出的。在1944和1945年，每年都花了八亿多美元，几乎全部都是由政府出资。尽管战争期间作了如此巨大的花费，从那以后，资金的支出仍在增大。1947年花费了十一亿美元，1949年花费了二十亿美元。这一总数恐怕还要继续增加，并且无疑，大头仍要由美国政府的资金来提供。工业界大约花了1947年总经费的一半，而大学虽然在绝对数字上其花费比以往任何时候都多，却仍只占总额的百分之四。这是大学科研费用相对减少趋势的继续，在1930年，同样的百分比为百分之十二，在1940年为百分之九。

最后，可利用的科研设备的价值构成评价美国科学的另一粗略指标。1946年美国政府所拥有和操纵的研究设备的价值为十五亿美元，其中三分之二为国防部占有。这一数字中未包括原子能委员会的设备。工业界有十亿美元的设备，而所有教育机构，包括大学，有大约三亿美元的研究设备。1946年以来，研究设备也增加了，其速度大致与科研人力的扩充成正比。

美国科学最近已经发生的这些扩充和那些可能将要继续下去的扩充趋势，当然不是在毫无计划和毫无困难的情况下发生的。由于人力是增长中最关键的要素，规划科学培训项目，无论这一任务多么艰巨，就显得尤为重要。培训一个科学家需要大约四到十年，从就业机会的角度来看，在开头所作的个人决定，待四到十年后，培训结束时可能会毫不现实。由于这一原因，“美国科学在继续发展时，为了自我指导起见，必须收集关于自身成长趋势的最可靠的信息。”[70] 多年来，收集这种信息一直是

70 同上，第170页。

政府科学组织中各种小组的职责，现在这一职能已转交给国家科学基金会，对于后者我们稍后还要作更多的论述。这样的信息有助于维持科学人力供需的大致平衡，防止下列三种重要的不平衡的发生：各种专业领域之间的不平衡；各种不同技能——即管理、纯科学、及应用技能——之间的不平衡；以及不同层次的能力之间的不平衡，因为在科学中对受过高度训练、非常有能力的人才有很大的需求。

所以无论以专业人员的数目、以财政花费的规模，还是以仪器设备的价值来衡量，美国科学现在都是一项规模巨大、具有头等国家重要性的事业。除非在美国"自由"社会中发生了基础性的变化，否则科学的位置将在大学、工业和政府中得到维持乃至推进。

关于美国科学社会组织的最后一点一般考虑是，构成这一领域劳动力的科学家的社会特征。不幸的是，关于这方面我们所知道的实在是太少了，所能谈的只是美国科学家的阶级来源、他们的宗教背景，以及妇女在科学中的地位。在这方面进行更多的研究不仅是科学社会学，也是直接的实用目标所面临的重要任务。

科学与美国生活中的其他职业一样，充分体现着这样一种强烈的美国价值观，即任何形式的才智都应受到报达。然而，我们却无法确切地说明在怎样的程度上科学构成了一种向上的社会流动的渠道。1906年，卡特尔(J.M. Cattell)研究了第一版《美国科学家》上所列人物的父辈的职业背景。[71]在他所考虑的这一父亲群体中，百分之四十三点一的人曾从事科学等专门职业；

---

71 《科学》，24(1906)，第732—744页。

百分之三十五点七的人曾从事工商业；百分之二十一点二的人从事农业。而当时，在总人口中，只有百分之三从事科学等专门职业；有百分之三十四点一从事工商业；百分之四十一点一从事农业。所以工商业组提供了与其在总人口中所占比重相当的科学家份额，而农业组所提供的科学家只占按总人口百分比所应提供份额的一半；科学专职群体所提供的科学家份额几乎是该群体在总人口中所占比重的十五倍。正是这后一事实具有特别重要的意义，因为在当时似乎存在着一种阶级的自我补充，同时又具备一定的社会升迁的机会。不过，卡特尔的"工商业"和"农业"类中，似乎也包括下等和中等阶级。因此，唯一明确的结论是相当大比例的科学家出自专门职业群体。

最近我们又有另外一点证据。《幸福》杂志所进行的一项调查表明，数学－物理学家"通常出自中产阶级和专门职业家庭"，"列入《美国科学家》中的物理学家，有相当多的人是教士的儿子。"据这一调查说，化学家"通常出自小城市和小资产阶级家庭"。并且"可作出的最普遍的结论是科学常来自低收入阶层。"[72]所给出的唯一证据是科学中的博士获得者大多出于较小的、费用低廉的学院。不过，关于这一概括还有其他的证据。国家研究理事会科学人员办公室最近所进行的一项调查表明，"大约百分之九十的理科研究生依赖于某种财政资助。它表明研究生极少靠自己的财力进研究生院。"在法律和医学领域中，自己付钱的人要比在科学中的多。[73]

如果我们可以冒险作出一些概括——它们应受到检验，并

---

72 《幸福》杂志，"科学家"，第110页以及随后各页。

73 M.H.特里特恩，"奖学金在培训科学工作者中的作用"，载G.P.布什与L.H.哈特利编辑的《科学研究》。

通过认真设计的研究来予以充实——我们可以说，在科学这一专门职业中存在着相当大的社会流动，但同时也存在着相当大的专门职业阶级的自我补充。社会流动大概更经常发自中产阶级的低收入层，而非发自非常低等的社会层，然而，借助于美国社会中的免费公共教育系统和奖学金，后者偶尔也为科学提供人力补充。科学中流动性的这种样式似乎与美国工商界精英人物的流动样式大致相同。这后一种样式是根据最近在工商界所进行的认真的统计研究而作出的。[74] 有相当大的阶级和职业自我补充；社会流动大多发自中产阶级中的低收入层；也有一小部分流动发自非常低的社会阶层。这些事实对于美国科学中的人员更替和培训计划来说是很基本的。例如，上文提到的国家研究理事会的那项研究认为，大约有百分之二十五能力合格的大学本科毕业生由于不能获得奖学金而无法继续受研究生培训。科学的不断发展需要为那些不能由其家庭得到财政资助的有能力的学生提供更多的资助。

关于美国科学家的宗教背景和目前的依附倾向，我们所知甚少；正如我们对他们的阶级出身知之甚少一样。不过，最近两位天主教科学家指出，美国天主教徒为全国科学人力和科学产出所作的贡献与它们自身所应占的份额并不相当。[75] F.库柏指

---

74 参见威廉·米勒(William Miller) 的四篇文章："美国历史学家和工商界的精英"，《经济史杂志》，IX(1949)，第184—208页；"美国工商界精英的人员补充"，《经济学季刊》，LXIV(1950)，第242—253页；"工商界和政界中的美国律师：他们的社会背景和早期学历"，《耶鲁法律杂志》，1951年1月号，第66—67页；以及"工商业科层制中的工商业精英"，参见威廉·米勒编辑的《商业中的人》(Men in Business, Cambridge: Harvard University Press, 1952)；也可参见古德里克(H.B.Goodrich)等人，"美国科学家的出身"，《科学美国人》，1951年7月号，第15—17页。

75 J.M.库柏，"天主教徒和科学研究"，《公共福利》，42(1945)，第147—149页；杰姆斯·A·雷尼尔斯(James A. Reyniers)教授，诺特里·达姆大学洛本德实验室

出，他"很不愿意被迫承认这样一个事实：天主教徒仅占美国科学和学术领导层人数的百分之五甚至百分之三，而天主教徒在全国总人口中却占大约百分之二十。"相对于新教徒而言，天主教徒越不重视批判理性，他们就越强调关于宇宙的目的论概念，而这与我们在第三章中定义的所谓"功利主义"是相悖的。天主教宗教和教育体系中的这些影响似乎是导致天主教徒在美国科学中表现相对欠佳的原因。

关于美国犹太人，我们没有任何数字，但是很有可能他们在科学和学术方面的表现与他们的人数至少是成比例的，无论如何在大学里情况是这样。有两点理由使我们有可能得出这样的结论。首先，犹太人的价值观似乎有利于学术和经验理性。其次，在美国社会体制中有一个重要的相关因素。犹太人在美国具有相当的社会流动性，包括科学在内的一些自由专门职业一直比大工业和商业中的许多领域对他们更为开放。所以大多数犹太科学家将很可能在大学和政府部门的研究群体中就业而不是在工业实验室中工作，因为那些大力支持研究的工业部门大都向犹太人关闭通向其各个分支的门户。

尽管妇女正在日益参与到科学的职业系统中来，但她们仍是在科学专职中未起重要作用的又一社会群体。[76]例如，在1947年，美国科学促进协会估计在它的三万三千名成员中大约只有百分之一是妇女。在那一年，被选为国家科学院的三百五十名成员中只有工人是妇女。尽管战时妇女的就业机会有了很大增加，

主任，报导在《纽约时报》1949年12月12号上；以及约瑟夫·P·菲茨帕特里克(Joseph P. Fitzpatrick)，"社会学中的天主教责任"，《思想，福贝姆大学季刊》，XXVI(1951)，第386—396页。

76 美国劳工部，妇女局，《科学中的妇女概述》(The Outlook for Women in Science)，华盛顿哥伦比亚特区，美国政府出版办公室，1949。

但在战后的几年里，在物理、生物、数学科学，以及工程和农业中从事各种专业工作的妇女人数仍不到一万五千人。这一很小的数字可与在同样领域中有约五十万名男性这一数字形成对照。即使将占了所有这些领域中男性三分之二的工程领域除去，在所剩下的其他各领域中，妇女仍仅占总人数的百分之七。对于妇女来说，最大的专门科学专业是化学，它雇用了从事科学的全部妇女人数的百分之四十二；数学则只雇用了百分之十六；细菌学，工程，以及物理学各雇用了百分之七到百分之八。在科学中，妇女主要限于从事案头和实验室工作，而被排除在需要作实地考察的工作之外。对于在工业部门作为研究工程师的妇女，存在着一些偏见。[77] 战前，从事科学工作的妇女比在此后还要少。例如，1946 年从事化学的妇女有大约五千人，这是战前同类数字的三倍。

妇女在科学中显得缺乏专业能力，而这是由于她们作为家庭成员的社会特点所造成的。例如，相对于男人来说，妇女较缺乏地理上的可流动性。妇女更喜欢离家二十五——五十英里范围内的工作。(美国劳工部)妇女局的研究表明，单身和已婚妇女对其家庭中其他成员所承担的财政支持和个人服务任务是相当大的。同时，缺乏可流动性限制了个体的工作选择，使得妇女在一些需要旅行或可能发生调动的工作岗位上成为不太受欢迎的人。[78] 许多专职妇女科学家都是已婚的。[79] 由于大多数雇用专

77 约翰·米尔斯(John Mills)，《社会中的工程师》(The Engineer in Society, New York: D. Van Nostrand Co.,1946)，第 113 页。

78 美国劳工部妇女局，《科学中的妇女概述》，第 52 页。

79 埃里扎贝斯·瓦格纳尔·里德 (Elizabeth Wagner Reed)，"七十位女科学工作者的生产率和态度"，《美国科学家》，38(1950)，第 132—135 页，

职科学家的雇主认为妇女比男人更有可能被婚姻和随之而来的家庭责任打断工作，所以他们更愿挑选具有同等经验和资历的男人作为雇员。许多已婚妇女自然愿意作一些非全日性工作，但是大多数研究组织发现这会带来管理上的困难。除非从组织上有计划地为妇女解决非全日性工作问题，在科学乃至在其他职业中，只能有极少数妇女可同时担负起职业和家庭这双重职责。

以上是对于美国科学中社会组织的模式和问题的某些一般考虑。在接下来的三章中，我们将通过更详尽地考察高等院校、工商业及政府部门中科学的社会组织，来更深入地了解上述问题。

第六章　美国大学与学院的科学家

我们已经发现，虽然各种研究群体对科学的发展是必要的，但是美国科学的中心现在却在大学。科学中心在大学的状况并非历来如此，大学只是最近才在科学发展中扮演主角。我们不会忘记，近代世界中的早期科学家们，曾在十七世纪时自动聚集形成业余社团(amateur societies)，这些人并不是大学共同体的成员。事实上在英格兰，那些老牌大学如牛津大学、剑桥大学，直到历史已驰入十九世纪，才停止了其对科学成长的阻碍作用。在此之前，从事科学活动的最理想的地方是政府研究机构、科学机构或博物馆。或许在英国地质勘探部与海军部(The English Geological Survey and the Admiraltg)里，要比在大学的教授席中更能发现年轻科学家，当时教授席这个位置仍然是为了政治上升迁的需要，而并非为了对科学天才实行奖励。达尔文和赫胥黎都曾在英国政府组织的研究探险队里受过训、尽过重要之责，赫胥黎还是皇家海军成员。法国，尤其德国，要比英国或美国更早地使大学成为"纯"科学研究的中心；十九世纪前半部分情况发生了变化。在主要受德国大学体制(而不是英国)影响的美国大学中，直到十九世纪晚期，才开始使他们的科学系科真正加强科学研究。[1] 直到二十世纪，这种转变才较明显和坚决。就科学有赖于概念框架的不断发展而言(如我们在第一章所见)，

现在科学很大程度上有赖于"自由"社会的大学。维布伦说，"大学是唯一公认的现代文化的研究机构，毫无疑问地应担负起探求知识之责，这是大学唯一的毫无非议的义务"。[2]

对"纯"科学作出贡献的美国科学家现在几乎全集中在大学和学院，这可从下表看出，这张表取自1938年发行的《美国科学家》(第六版)。这一版收集了二万八千名科学家，其中一千五百五十六人(占百分之五点六)被他们的同行选出作为成绩杰出，因而值得标以"星号"。这一千五百五十六名科学家分布于如下的各类研究组织中。

组　织	人　数	百分比
大学和学院	1135	73.0
联邦政府	128	8.2
工业和商业	131	8.4
私人基金会	120	7.7
州政府	9	0.6
退休	33	2.1[3]

美国大学在科学发展中发挥着两种不同的功能。首先，它使科学与社会的其余部分整合；其次，它通过抚育那些做基本发现工作的人才而对科学的内在发展作出贡献。第一种功能比第二种不太明显，但同样重要。这是因为从总体上讲，大学是"自

1　十九世纪初美国学院留给研究人员的研究时间很少，参见R.S.贝茨的《科学社会》(Scientific Societies)，第30页。

2　索尔斯坦·维布伦，《美国的高等学术》(The Higher Learning in American,New York: B.W.Huebsch,1918)，第15页。

3　美国国家资源委员会，I.《联邦政府与研究的关系》，第170页。

由"社会之文化价值的维持、表述和发展的关键所在，而这些价值，如我们在第三章中所看到的，是强大的科学的母体。基于这一点，维布伦认为，大学是"培殖新人之组织，以实现共同体的最高抱负和理想"。[4] 现在，大学无疑给予科学以强大支持，在大学的艺术系和科学系，科学与人文科学的各门学科实现了联合，这隐含代表着：科学直接起源于"自由"社会的文化传统，事实上，起源于这一文化传统的关键所在——大学。仗赖其在大学的稳固地位（通过最近几百年的艰苦努力才赢得的），科学与其它学术性学科和那些基本文化价值保持紧密联系，这些基本文化价值构成科学和非科学这两类研究活动的基础。而且，大学还训练所有的系科老师，把"自由"美国社会的基本价值和文化传统灌输给学生，这些学生离开大学后，又在全国范围内加以传授。因此，直接或间接地，大学获得了社会对科学的认可，这种认可对于把科学作为受高度尊敬的社会活动的持续发展，以及对于社会对科学的财政支持，都是必不可少的。公众对科学的态度并非存在于社会真空之中。除了其它的社会建制如报纸以外，"自由艺术"大学与学院也是现代美国科学的主要支持者。当然大学和学院并不仅仅在于反复灌输价值观念和适当的态度。大学还通过为那些有能力并希望成为科学家的人提供通常受到尊敬的地位和职业的方法，把美国科学与社会的其余部分整合在一起。我们已经看到，在美国职业名望等级系统中，"教授"和"科学家"的职业角色具有相对较高的位置。

除了促进科学的外部关系这一功能外，大学还有第二个功能，即推进科学的内部发展。美国大学为科学研究提供设备（在

---

4 T·维布伦，《高等学术》，第33页。

广泛的意义上这一设备包括社会环境和物质仪器)，而这种研究正是形成日益变化的、更普遍的观念框架的基础。大学还不断地培养出新的研究者，这种培养通常与一些成熟科学家当时的研究活动紧密相结合。生理学家W·B·坎农在他那本迷人的给人启发的书《一位研究者的道路》中说过，“教师同时亦是研究者”，“充满发现的激情，精通揭开自然隐秘的方法，将会唤起年轻人所固有的许多优秀品质”。[5] 当然，新科学家的培养，要包括比仅仅传授理论和技巧更多的东西，培养新科学家也是一个有关科学价值的精细的道德灌输过程。因此，大学又是道德共同体，它不仅实施科学标准，而且吸收新成员进入道德共同体。[6] 基于上述理由，科学的必不可少的自主性，不仅要求大学在社会中有一个稳固的位置，而且在大学内部科学也需要一个同样牢靠的地位。

在美国社会，大学对科学的职能，主要集中于较少的几个高等学术机构里。例如1939年，有九十所大学能授予当时所有学术领域包括科学的博士学位，三千零八十八人获得学位。[7] “其中五分之四多是由其中的三十所大学授予的，五分之三多由十五所大学授予，五分之二多仅由十个著名大学授予”。[8] 这些著名大学是哈佛、芝加哥、哥伦比亚、加利福尼亚、耶鲁、密歇根、康乃尔、普林斯顿、威斯康星、明尼苏达、宾夕法尼亚和约翰·霍普

---

5 W·B·坎农，《一位研究者的道路》，第79页。

6 同上，第六章“传递火炬”，对此过程作了描述。

7 在1958年，一百七十五所大学授予大约九千人以哲学博士学位。博士训练集中在少数机构，在1958年仍然是这种模式。参见伯纳德·贝莱尔森，《美国的研究生教育》，第34—35页。

8 洛根·威尔逊 (Logan Wilson)，《学术人》(The Academic Man, New York, Oxford University Press, 1942)，第33页。

金斯。像麻省理工学院、加州理工学院之类的科学机构，在当时远不是美国科学的最重要的中心。所有这些机构，有大批研究人员被列入《美国科学学》之中，进行着大量的“纯”科学研究。

当然，除了这些主要的群体外，美国其它大学和学院也对科学的发展作出了贡献。最近这次战争前不久，国家资源规划署的一份报告，对美国所有大学和学院的状况作了如下描述。[9] 十年前，约有十至二十个学术机构是大学，所有各系的工作人员主要按研究能力来选择，在这些大学里，设备配置、时间安排都是专门为了研究活动。在大约八十至一百所其它研究机构里，只是有些部门才组织研究活动，其中又只有部分部门才进行高水平的研究活动，至少其中的部分工作人员是明显地按研究能力来选择的。在另外五十至一百个机构里，只给予研究一定鼓励。最后，在剩下的约一千二百所美国学院里，对研究活动只是稍作鼓励，甚至根本不鼓励，只有那些具有非常强烈的主动创造性的人，才能保持作为科学研究的兴趣者而留在这些学院里。甚至在有些学院，那些已获博士学位的教员都不做任何研究工作。[10]

然而，由于在这些较小的学院里也有一些优秀的科学研究者，也由于这些学院为较大的大学培养并输送了一些杰出的毕业生，瓦涅瓦·布什最近在他的报告《科学：无止境的前沿》中经常建议，用作科学研究经费的政府基金应该分配一部分给这些小学院。[11] 虽然大量研究在较大的大学中进行，仍应鼓励这些较

9 美国国家资源委员会，I.《联邦政府与研究的关系》，第六部分。

10 几项研究表明，只有少数博士学位获得者，比方说约百分之二十五，在完成博士论文后还继续他们的研究。见同上，第171页。

11 瓦涅瓦·布什：《科学：无止境的前沿》（Science, The Endless Frontier，华盛顿哥伦比亚特区，政府出版办公室，1945）。关于小学院之重要性的进一步证据，参见H.B.古德里克等人，“科学家的出身”。

小的学院为科学的整体结构作出它们的一份贡献。一位科学家在提出他的建议时说，"百分之一或至多百分之二应归功于这些小学院的研究者"，他观察到，虽然小学院里的教授不是经常地向国家生物和解剖学会的杂志提交研究报告，对科学作出哪怕一份贡献，然而他们却经常在州的会议备忘记录或地方科学院中报告他们的研究活动。例如，伊利诺斯州科学院的会议备忘录中的三分之一论文来自周围地区的一些小学院，甚至来自中学。[12]一位《生物学文摘》的编辑最近也觉得，这些小机构中的生物学家的"研究产量有显著增加"。[13]因此，支持那些在主要目标不是研究的机构工作的科学家为美国科学做出贡献是必要的，而且是可能的。当然，鉴于目前科学家和研究设备主要集中于几所主要大学，那么肯定地这些大学将继续作为科学生产力的中心，而在科学规划上起着举足轻重的作用。

上一章曾经说过，大部分科学的内部社会组织是非正式构造、非正式协调的。我们可以看到，这对于大学里的科学同样有效，我们也可以看一看为什么应该如此的某些原因。大学社会组织的理想情形是帕森斯所谓的"平等组合"模式（"the company of equals" pattern）[14]。也就是说，大学是一个社会群体，科学家与学者共同体中的每一个成员，在权威、自我定向和自我训练、对发展概念框架的目标的追求（在同行互动过程中形

---

12 卡尔·G·哈特曼(Carl G. Hartman)，"小研究者"，《科学》，103(1946)，第493—496页。

13 约翰·E·弗林(John E. Flynn)，"小机构的研究活动：一位编辑的公开信"，《科学美国人》，30(1942)，第303—305页。

14 塔尔科特·帕森斯，未发表的演讲。亦见詹姆斯·B·康南特，《校长报告》(The President's Report, 1948, Harvard University)，第1页及以后各页有类似描述。

成的科学精神的指引下）方面大致平等。成员的目标与权威的根源在于他的自我良心和对同行的精神评判的尊敬。如果他没有足够强的自我良心，那么其他成员会反对他并控制他，或导致他被驱逐出科学兄弟会。我们曾见到过科学价值抵抗外部权威的事例，老资格大学的科学家拒斥提出详尽方向和施加严厉控制的严格的社会组织等级模式。在大学的“纯”科学研究中，每一个研究者都希望极大的自主性作为其精神权利。

除科学价值这一点外，大学科学的“平等组合”模式有其另外的存在理由。此类团体中的一位成员为了效果而夸大其词地说，“大学教员由那些不会说彼此的语言，对彼此正在从事的工作只有最模糊的认识的人组成”。[15]这表明，除了共享“自由”社会的文化传统外，每个学者都各自在知识领域的各个高度专业化领域做研究工作。当然这种高度专业化对科学进步有其特殊效能，即把以前没有联系的知识的各个专业化部分联系起来，就会导致科学进步。大学刺激了知识的这种横向繁殖方式。专业化同样引起问题，它使得对专家的评价与控制极其困难。例如，似乎不可能比较两个不同类的专家，因为每种活动都有其内在的标准，不可能出现有能力对这两种判断标准作出相对评价的第三者。当科学家在理论的最前沿进行研究时，判断其工作的价值是困难的，过分地控制他们的行为是危险的。这种困难与危险在科学史上已是老问题了。英国数学家列维(H. Levy)教授举下列典型例子以显示这一事实：即大多数科学家除了它自己的领域外，在其它所有领域均是一名新手。他说，“1811年底，傅里叶（Fourier）把他的关于热传导这一经典问题的最新研究报告

15 金斯利·戴维斯（Kingsley Davis），《人类社会》(Human Society, New York: The Macmillan Co., 1949)，第445页。

提交给巴黎科学院，他的裁决者，拉普拉斯、拉格朗日和勒让德，几乎是所有时代最伟大的数学家三人组合，严厉地批判了这份报告，以致没能在科学院得到发表。十三年后，作为科学院的秘书，傅里叶发表了他的结果，这篇没作任何改动的论文现在成了该科学院备忘录中的一篇经典文献，这件事向人们展示了科学标准的易谬性”。[16]

总之由于各种理由，在大学里，无论是科学系还是人文科学系，“平等组合”模式与非正式协调是必需的。每一个学术专家群体由若干终身成员（通常是教授或副教授）和一群有上进心的助理教授、讲师组成，终身成员与“新手”组成自我调节的共同体，其中的几类参与者都是相对自主平等的人。恶意的比较可能破坏科学的精神与目的，因而是着力避免的。维布伦说，“对于这样的高等学术研究的日常工作……；很少量的等级式分层、轻微的官僚式服从是必要的或有益的”。[17]

当然，“平等组合”模式和非正式组织都是理想情形。与其它社会理想一样，这一理想对科学家行为有影响，但绝不会完全实现。作为美国科学之核心的几个大学和科学机构可能是这一理想之完全实现的最接近的所在，少数几个自由艺术学院也接近于实现这一理想。然而，任何地方，尤其在其它大学和学院里，教员的日常社会现实的主要部分都是按正式控制和等级权威来构造的，[18]这种理想与现实的不一致甚至发生在最好的大学里，这种现象恐怕不能简单地认为是根深蒂固的、无法解释的人类弱点的结果。相反，这是科学本身所具有的二大功能的产

---

16 H·列维，《科学世界》，第197页。

17 T·维布伦，《高等学术》，第99页。

18 关于理想与现实的脱离，参见L·威尔逊的《学术人》。

物。作为一个社会组织，也就是说，作为整体的大学及其每一个科学的分支部门，都需要一定程度的等级式组织和正式控制，以及较大程度的非正式协调。在每一个部门，需要一定程度的正式权威，以协调几个分支学科之间的关系，并显示这些分支学科在与大学的其它部门或大学总体的关系中的联合与特殊兴趣。就大学管理这一方面而言，它必然行使一定的权威，以便使各部门之间建立有秩序的联系，并提高其它有关社会组织对大学的兴趣程度。于是，大学内部的这两类社会组织（"平等组合"模式和正式组织的权威结构），需要最高级的管理技术，如果想让这二者很好地溶合在一起的话。[19] 理想的大学校长、理想的科学系主任，应该是一个既在专业科学成就方面又在管理才能方面有资历的甚至是著名的人。

美国大学的社会组织，与其它社会组织一样，有多种方式使得理想目标不能完全实现。虽然大学科学的理想目标是发展概念框架和培养新科学家，但到处都存在着以自我中心、崇拜主义(cultism)、发迹主义 (careerism) 为由的系统构造 (system—building) 的形式偏离理想目标。[20] 可以肯定，这种偏离并非科学所特有。对这些产生自大学的其它特征和目标的对理想目标的偏离，会在多大程度上阻碍科学的发展作出哪怕很粗略的估测，都是不可能的。或许可以这样公平合理地认为，这种偏离是美国科学中永恒的然而却是很好地加以控制的有限部分。在科

---

19 关于在大学职位任命中把两类社会组织溶合的详细情况，参见詹姆斯·B·康南特，"学术奖励与管理"，哈佛大学教育研究生院不定期专论，第三期，1938。

20 关于这方面问题的一般性讨论，参见弗罗里安·兹纳尼科奇 (Florian Znaniecki)，《知识人的社会作用》(The Social Role of the Man of Knowledge, New York: Columbia University Press, 1940)；对美国悖例的研究，参见L·威尔逊，《学术人》，第217页及以后各页。

学的理论层次比较高的地方，在科学的精神共同体比较坚强的地方，对于这种对科学理想目标的败坏会有内容防卫。

美国科学中一个尤其与大学有关的问题是"纯"科学的力量问题。最近几年，特别是战时欧洲大部分大学科学被摧毁以来，一些科学政策制定者担心美国没有足够的纯科学力量。例如，总统科学研究理事会曾说，"我们把科学人力都放在科学原理的实际应用上，而不是创造性发现上。过去，国家远没有对基础科学作出相应的贡献……我们从国外引进理论"。[21]现在，原来的欧洲科学，原来那种观念的自由交流状况都已不复存在。另一位学者A・L・克罗伯采取了与总统理事会相同的看法，这位人类学家说道，虽然在技术发明上成绩卓越，但"美国没有出现真正第一流的人物，缺乏欧洲人所具有的创造力和领导才能"。[22]

虽然美国人确实没有取得像爱因斯坦或巴斯德的科学成就，然而"纯"科学中的许多重要发现仍是由美国人完成的。人们可能提到这些工作，如约瑟夫・亨利的电磁感应；威拉德・吉布斯的热力学；米切尔森-莫雷的光速测定实验；密立根对电子的电本质的确立；摩尔根的遗传基因理论；安德逊发现正电子；戴维斯-杰默验证电子的光本性；康登的 α-粒子放射性理论；斯坦利对晶状蛋白病毒之本质的揭示。这里仅举几例，并不代表纯科学中具有"二级"重要性的全部发现。[23]诚然，无论在这一名单中加之几个，事实是美国不仅缺乏二流人物，也缺乏"在基础创造性发现中能与欧洲民族媲美的几个科学天才"。[24]诺贝尔奖的授

21 总统科学研究理事会，《国家一项纲领》，第4页。

22 A.L.克罗伯，《文化成长的形貌》(Configurations of Culture Growth, Berkerley: University of California Press, 1944)，第166页。

23 上述例子取自《幸福》杂志，"科学大论战"，第240页。

24 A.L.克罗伯，《形貌》，第166页。

与情况证实了这一点。“在大约五十年的诺贝尔物理奖、化学奖和医学奖中，美国只有二十人获奖，相比之下，欧洲一百一十九人，仅德国就有三十六人”。[25]此后，美国表现不俗，即使不把来美国避难的各欧洲国家的科学家考虑在内。正像克罗伯教授所说，“美国现在已处于一个时期的边缘”，“在这一时期，将寻求在科学界的领导地位，并可能占据这一位置”。

无论美国在纯科学方面的不足的真正本质是什么，无疑责任并不仅在大学，责任还在于美国整个社会的结构及其对科学的态度。什洛克教授对十九世纪美国社会的这种状况进行了研究。[26]大学，作为纯科学创造性的体制化的中心，是问题的焦点所在，因而是一个直接的关注对象。对美国科学政策作一结论似乎是不可避免的。大学的科学需继续保持，甚至加强，一方面这是大学的科学家们自身的任务，另一方面这也是整个社会的责任，是美国政府的责任。美国政府与社会对这一责任的承担可从总统理事会强烈要求增加研究经费和奖学金中看出来。似乎没有理由为我们的科学将要失败而大鸣警钟，但必须明智地扩大科学界的申请能够最终获准的社会源泉。鼓励大学发展纯科学，既是精神上的需要又是权宜之计。

大学科学与实用相联系及其重要性，没有比在大学对于各种科学职业的重要性中更清楚地显示出来。事实上，我们可以把专门科学职业（a professional scientific occupation）定义

25 《幸福》杂志，“科学大论战”，第 240 页。关于这一点，还可参见诺贝尔奖金获得者哈罗德·C·弗利(Harald C. Vrey)教授在1945年关于战争总动员的参议院小组委员会上的证词，发表在詹姆斯·R·纽曼和拜伦·S·米勒（James R. Newman and Byron S. Miller)，《原子能的控制》(The Control of Atomic Energy, New York: McGraw-Hill Book Co., 1948)，第179页。

26 R.H.什洛克，“美国医学研究中的趋向”和“美国对基础科学的忽视”。

为这样一个职业，它需要大学传授范围内的某一方面的系统化、普遍化的理论和知识，以便使职业生涯取得成功。这个定义使得我们可以在应用各种科学知识的不同种类的职业之间作出有用的区分。我们可以与一个医生相区分，医生拥有大量一般的生物学、物理学和医学技巧方面的知识，却只有有限的专门知识；与一个"工程师"相区分，他对包含在他的活动中的自然科学原理有广泛的理解，或另一类"工程师"，他只是受过经验培训，做一些特殊机器或物质结构的有关工作。上述区分表明，为什么科学职业必须与大学保持紧密的永久联系，事实上，某种程度上应是大学的一部分。科学职业成为大学共同体的一部分，表征着美国职业"学校"统一在科学价值之下，同时也表征着科学职业队伍与正在发展着的理论（科学职业最终将会用它）保持密切联系。例如，美国最好的医学学校，都是与大学联络在一起的；最好的工程学校，要么与大学紧密联合，要么自身"部分"大学化，进行大量基础科学研究。大学里那些科学职业学校的人员通常综合二种功能，一方面是纯科学的研究者，另一方面在相应的应用科学方面又是著名的实践者，因而他们既在自己的研究活动中，又在与纯科学系的合作研究中，对科学概念框架的发展作出了巨大贡献。大学的职业科学学校是美国纯科学与应用科学的关系网络中的重要一环。

现在我们再来详细审查一下这一网络中的其它网结。一方面是大学，另一方面是政府和工业，都是很重要的网结。就大学这一方而言，他们提出新理论、培养研究科学家和为其它科学组织做一些研究；另一方面，政府与工业为大学的研究提供工具甚至一些理论。最重要的是，他们以研究补助和培训奖学金的形式为大学提供大量财政津贴。美国科学不断变化的结构可从大

学、政府、工业之间的财政关系的历史中部分获得诠释。

政府对大学科学研究的财政津贴，在战前时期数目较小，战时（1941—1946）激增，而且大部分战争研究项目都集中在许多大学进行。由于战时急需，把基础研究都放在既有人力又有物力的大的研究机构，很少考虑到这对较小的大学与学院会有什么不利影响。[27]这种对大学科学的财政支持模式持续到战后一段时期，《纽约时报》的本杰明·法恩（Benjamin Fine）的一份调查报告显示了这一事实。[28]首先涉及政府津贴的数目。在1949—1950这一学年，联邦政府拨给大约二百个学术机构一亿美元作为研究经费。[29]这意味着经费数量的增加与战前相比估计不下百分之五百。结果许多研究机构有大量由政府资助的科学研究项目，其中大部分来自国防部、原子能委员会和农业部，其它政府机构亦有少量捐赠。这些经费在大学之间的分布情况与战时一样，"大部分联邦资金集中在较大的大学和著名的理工学院"。我们将立即转入讨论这些情况的一些可能的有害后果。虽然有成百上千有津贴的研究项目，严格说分布于每一个科学领域，但是，1949—1950年期间联邦资金的三分之一多拨给了工程科学，剩下的一半又拨给了物理科学和医学科学。更为重要的是，几乎所有这些经费都用于应用性研究。只有海军研究部（the Officeof Naval Research）努力为有价值的基础研究提供津贴。1949—1950年期间海军部为二百个研究机构的约一千二百

27 总统科学研究委员会，《研究的管理》，第八章。

28 下列材料来源，《纽约时报》，1949年12月5日。

29 在1961年，估计联邦政府向大学研究提供了八亿七千九百万美元。参见国家科学基金会，《联邦政府对科学的资助，IX》，华盛顿哥伦比亚特区：政府出版办公室，1960年，第56页。

个研究项目提供了二千万美元的资助，大约三千名科学家和二千五百名毕业大学生为这些项目工作。

政府资金对大学科学越来越大的支配作用，并没有为科学家和行政管理者满意地接受。法恩说，"许多教育家担心学院和大学把研究重心过分倾向于应用项目，将以削弱基础研究为代价。其他官方人员也担心，研究项目过分集中将会'冻结'小学院，并使整个研究领域遭受其害"。这种科学天才的流入应用性研究领域(甚至在大学中也出现这种状况)，可能是美国基础科学衰弱的一个原因。然而，科学组织的另一重要方面，是似乎不太害怕来自政府的资金。大学的科学家对法恩说，他们并不抱怨政府对大学内政的干预，他们说，"政府主要对结果感兴趣，而不干涉学院的管理"。有些人可能会问：自主性指什么？

美国科学长期以来一直得到工业界的资助，这种资助有二种形式。第一种是不受限制的礼物、赠品、研究生奖学金，施主公司或企业不指望这些东西的资助能从大学获得直接回报，因此这一类资助被认为是对科学的一般发展或科学的一些专门领域的发展尽一份力量。第二种，资助给非常专门的研究项目，资助人直接从此获益。第一类资助可能比第二类少得多，然而对于大学来说并不一定具有少得多的重要性，在纯科学中，一点钱也许能办好多事。这二种来自企业的资助形式都非新鲜事，但最近几年来在数量上均大量增加。例如，在1946年的国家研究会议上，有三百零二家公司报告他们正通过大约一千八百项研究生奖学金、奖学基金、研究赠款的方式，支持学院和大学的研究活动，相比之下，1929年只有五十六个公司提供了九十五项类似的奖金。另一项指标亦显示了大学科学在财政上对企业的依赖：在1946年版的国家研究委员会关于工业研究实验室的指

南中，列举了大约三百个为企业搞一些研究项目的教育机构，其中绝大部分是州立大学、地方资助学院和理工学院。[30]私立大学不象上述这些机构那样直接依赖于企业津贴，这些机构部分是政治上以及部分是财政上的原因才被迫依赖于企业。

企业对大学研究的津贴化，使科学家有时候受到像在接受政府津贴时那样的干扰。至少有一位著名的工业科学家加入了他的大学同行，并表达了他对来自企业的日益扩大的津贴所可能产生的不良后果的关切。C·E·K·米斯，伊士曼·柯达研究实验室主任，他说，“目前的大学越来越倾向从事与企业合作的工业研究，大部分这类所谓的研究，实际上是一种开发工作，它需要精力与发明能力，而并非科学想象力。这可能远比接受自然科学研究基金会之类的组织的支持，对大学中的自由探究精神更具灾难性”。[31]关于这一基金会的情况将在下面叙述。

因此，在两种情形中——政府支持和企业支持——都存在某些担心，担心大学科学对外部组织的日益增长的财政上的依赖，可能对科学自主性和纯科学的生产力产生不利后果。如果认为这些后果是不可避免的，如果科学家广泛对此不够重视，将会更可能产生这些后果，那么这是大惊小怪者的论调。政府、企业和大学应该携起手来，共同阻止科学资源过分用于应用研究，以致于最终对应用研究本身也没有好处。

在美国大学科学家依赖于日益增加的外部资金的过程中，最近产生了一个必须加以注意的问题，那就是科学发明的专利权问题。在第四章已经讲到，“纯”研究的科学家的一个理想是，他们的发现不应该成为私有财产，而是科学共同体的共有财产。

30 阿奇·M·帕尔默，《大学专利政策调查》，第六章。

31 C·E·K·米斯，《科学之路》，第135页。

这是科学的功能上的需要，否则，部分科学理论将会从公共领域中消失，因而阻碍科学的进展。考虑到这些理由，因此科学家反对为他们的发现申请专利。一份由美国科学促进会专利、版权和商标委员会于1934年出版的关于《科学发现专利保护》的报告，总结了下列反对为研究申请专利的主要观点和理由：

1. 科学家或教授为他们的研究成果申请专利是不道德的；
2. 专利会使科学家卷入商业性竞争，所剩研究时间太少；
3. 出版或奉献给公众足以使科学家的工作成果公之于世；
4. 专利导致保密；
5. 专利政策会导致研究的贬值；
6. 专利会对在同一领域做重要基础性工作的后继人产生不幸的约束甚至非难；
7. 如果某人获得了最终结果，然而在他之前别人已进行了一系列研究，那么这个人是否应获此殊荣就大可争论一番了；
8. 专利政策将导致研究者之间的恶意中伤或相互妒忌。[32]

这份早期美国科学促进会（A.A.A.S）报告的诞生，说明专利问题对大学来说已不是一个全新问题。即使在大学科学较热衷于纯研究之时，可申请专利的发现时常以此类研究之意料不到的结果的面貌出现。大学里的某些科学创新总是有直接的商业性应用或者受到了公众的控制，在这种情况下，几乎总是把

32 A·M·帕尔默，《大学专利政策调查》，第六章。

专利权让渡给那些专门管理专利并按商业性论价的非赢利组织，而使问题得到解决。最近几年，大学为政府或企业进行的研究剧增，因而频繁地产生专利纠纷。结果，每一个地方的大学和学院不得不重新审察他们以前的旧的专利政策，许多大学和学院还草拟了最近五年的新的正式政策条文。这些普遍性问题逐渐引起了国家研究理事会的注意，战争一结束，它就主持了一项研究，研究表明，大学至今还未解决这个问题，"正在进行广泛的实践……甚至在同一个机构里。关于政策条文、管理程序、发明者的承认、公平的裁决、让渡条件、专利管理计划、所得款的分配或公众利益的保护都没有统一的模式。"[33] 然而，与科学价值相一致，"大部分机构都不希望那种强迫性的专利权让渡，除非与此相关的合作研究或资助研究(sponsored research) 的需要"。[34] 大学科学家遵守这些科学价值的方法是，到地方专利公司或"研究公司"(Research Corporation) 之类的国家组织（这是一个非赢利性专利管理基金会，为日益增加的大学和学院处理有关专利问题），把自己的专利权让渡给任何已经申请专利的科学发现。通过把专利转让给这些大学之外的"伦理性"机构，做出专利性发现(patentable discoveries)的科学家们就能避免他们都非常害怕的一些不利后果。

同时，"研究公司"拿出专利收入中的一部分用来帮助大学科学，以促进纯研究的发展。自从1912年以来(那时该公司刚由弗雷德里克·G·科特雷尔〔Frederick G.Cottrell〕成立)，科特雷尔把他的"电子沉淀过程"(electrical precipitation process)的专利给了自己的公司，现在仍是最有价值的财产，直到1945

---

33 同上，第150页。

34 同上，第151页。

年，"研究公司"已经给了大学一百二十五万美元的资助，资助的研究项目主要有磁回旋加速器、范·德·格拉夫高压发生器、太阳能的利用、计算机和维生素B_1的合成。战后，这个公司的总裁制定了一项款项二百五十万美元的对基础研究的资助五年规划。第一年捐助了一百六十三项，总值八十六万五千美元，给与三十二个州的科学家，优先考虑参与战争研究的年轻人和准备返回学术机构搞基础研究的科学家。[35]于是科学的"公正无私"实现了；科学的"公有性"价值达到了。

大学科学家当然喜欢只为政府和工业企业机构搞这类研究，因为政府和企业允许他们自由转让专利。但是许多科学家现在陷入道德矛盾之中，即他们不能同时享有外部贷款和转让自由。事实上，这只是大学科学家所面临的更大问题中的一个方面而已，即大学科学家在接受资助和为政府与企业做研究工作时，如何维持自主性以发展概念框架。美国科学的未来成就就依赖于现在对这个问题的解决。

另一方面，在与私人基金会的交往中，美国大学科学在自主性问题上有过一些值得赞许的经验。像最近成立的福特基金会(Ford Foundation)所允诺的，这些非赢利性组织致力于"科学、教育、慈善的目的，完全为了公共利益"，他们发现，基金会比政府或企业更容易使自身的目标与大学的目标一致起来。大约于1900年开始直到1920年，基金会尤其一些最大的基金会，如洛克菲勒和卡内基基金会，都把他们的大部分钱用于普通教育，直到1920年，他们还每年为基础科学研究投资二百万美元。1920年以后，科学研究日益成为基金会规划中的重要部分，1921至

35 见"研究公司"手册，《1912—1945述评》和《对科学研究和专利兴趣领域的资助》，由"研究公司"出版，New York，1945，1947年。

1930年，仅自然科学就花费了二千二百六十七万七千五百四十四美元，三十年代又花了三千万之多。[36] 四十年代、五十年代，对基础科学的投资进一步加强了。

基金会尽力按照科学自身的要求给大学科学以尽可能多的资金支持。结果，大笔钱给予各种大学研究委员会（university research councils），然后按照最恰当的方式在同行之间分配。另外，基金会还直接为个人研究项目提供经费，这些人特别喜欢搞一些开拓性研究。基金会资金一个最重要的用途之一，一直是为大学生和研究生提供奖学金，这些奖学金中最著名的是由洛克菲勒和卡内基基金会提供、国家研究理事会授与的科学奖学金，以前的国家研究理事会奖学金获得者组成了目前美国科学精英的好大部分。由于许多大学科学家参与基金会的管理，在捐赠委员会，奖学金委员会工作，使基金会能合理地提供研究经费和奖学金。为了最有成效地使用科学研究基金，需要科学家们自身大量积极参与其事。政府的国家科学基金会冠以"基金会"而非"当局"是很重要的，这意味着它的管理权主要掌握在科学家手中。

---

36 见霍利斯(E.V.Hollis),《慈善基金会与高等教育》(Philanthropic Foundations and Higher Education, New York: Columbia University Press, 1938)，第239页以及随后各页。关于基金会还可参见，凯佩尔(F.P.Keppel)，《基金会：它在美国生活中的地位》(The Foundation: its place in American life, New York: The Macmillan Co., 1939)；里奇(W.S.Rich)与迪尔多夫(N.R.Deardorff)，《美国基金会及其领域》(American Foundations and Their Fields, VI, New York: Raymond Rich Associates, 1948)；林德曼(E.C.Lindeman)，《财富与文化：一百个基金会之研究》(Wealth and Culture, a study of one hundred foundations, New York: Harcourt, Brace, 1936)；谢尔比·M·哈里森(Shelby M. Harrisson)与F.埃默森·安德鲁斯(F.Emerson Andrews)，《为了社会福利的美国基金会》(American Foundation for Social Welfare, New York: Russell Sage Foundation), 1946。

第七章　美国工业和商业界的科学家

美国工业发展到目前高生产率高效益的历史，很大程度上就是美国科学技术的发展历史。我们不想放下手头的工作去追溯这段历史，这方面还有很多需要研究。我们只需注意这段历史的结果，以考察美国工业内部科学的社会组织；我们只需这样一个基本事实，即广泛而大量地利用科学已是美国工业企业成功运行的必要条件。

这些成功的条件并不是美国工业靠运气获得的。科学已经走出天才发明家的阁楼和作坊，并被归入美国企业的最核心部分。之所以发生这种情况，是因为科学研究实验室里的成就现在已经成为企业决策者制定最重要决定时的必要组成部分。结果，在大多数大的工业组织，尤其是在一些主要依赖于科学发现的新工业组织中，研究部主任(Director of Research)不止是一位科学家或其他科学家的管理者。他通常还是公司的副总裁，公司最高层计划小组的成员，他成了经理级行政管理人员(executive)，他必须提出大量关于公司的目标和状况的观点，而这些观点是从总的科学潜力的角度加以阐发的。至于研究部主任的作用则可以从通用汽车公司主任委员会(the Board of Directors of the General Motors Company)的一位成员对查尔斯·F·凯特林(Charles F. Kettering)所作的评价中看出，凯特林当时是

通用汽车公司著名的研究部主任和发明家。此评价认为，凯特林是"目标与预言家之间的桥梁"。[1]当然一旦要作出重大决策，企业总裁要考虑比研究部主任的意见更多的东西，但是他们已日益意识到研究部主任的意见表明了一种科学现实性与科学可能性，恰恰这一点是他们在成功的冒险中所忽略的。国家资源规划署的一份报告说，"现在，下列论点得到了更广泛的承认：科学研究促进了公司赚钱能力的成长与增加"。[2]事实上，现在的美国工业领导者都明确地表示了他们对应用科学的价值的赞赏，在送给股东的年度报告以及对新股票问题的展望中都显示出研究所带来的利益。强大的科学研究造就一个好企业。

这种对利用科学抱积极主动态度（即使在战前）的结果是，美国工业界雇佣了七万多名研究人员在三千四百八十多个实验室工作，估计每年耗资三亿美元，1947 年总开支达五亿美元，人员也有相应增加。[3] 我们这里仅指工业对自然科学的利用情况，如果把社会科学包括在内，数字将会有所增加，关于这一点，将在第十一章论述。[4]

但是，如果说现在美国工业研究组织无论在规模上还是在质量上都处于世界领先地位，那情况并非总是如此。在现代工

1 引自F·拉塞尔·比乔斯基(F. Russell Bichowsky)，《工业研究》(Industrial Research, Brooklyn, N. Y.: Chemical Publshing Co., 1942)，第70页。关于研究部主任的作用之重要性，还可参见 C·E·K·米斯，《科学之路》，第 218 页。

2 美国国家资源规划署，Ⅱ.《工业研究》，第120页。

3 在 1959 年，工业研究与发展活动的费用总额估计为九十四亿美元，其中五十四亿美元，或百分之五十七，花在联邦政府的合同上。参见国家科学基金会，《工业界研究与发展的资金》(华盛顿哥伦比亚特区，政府出版办公室，1960)，第 7 页。

4 参见美国国家资源规划署，《研究——一项国家资源，Ⅲ. 企业研究》(华盛顿特区，政府出版办公室，1941)，对工业界利用社会科学的情况进行了一番讨论。

业国家，德国最先在企业里系统地利用受过高级训练的科学家和博士学位获得者。十九世纪六十、七十年代他们就这么做了，比如，德国化学工业雇佣了在大学受过训的科学家，控制并更新制造合成染料（作为煤焦油的副产品）的技术，这一点走在了英美之前。德国的这一项工业优先权是十分令人惊奇的，因为珀金（W.H.Perkin）（他曾经是英国人）首先合成了苯胺染料。十九世纪的最后二十五年期间，美国工业只是零星地求助于大学教授和商业性研究化学家（commercial research chemists），而没有认识到科学的力量。这并不是说那个时期的科学对美国工业的发展不怎么重要，在那个时期，倒是一些零星的科学家和独立的发明家做出的发现成了新工业的基础。这些分散的、无组织的研究者（经常是一些经验上风风火火的人）由工业资本家资助，但资助必须作出科学发现并获得验证之后才给予。在这类人中，有汤姆逊·A·爱迪生，现在成了美国初期工业的英雄人物，他发明了电话、白炽灯和其它许多东西；约翰·韦斯利·海厄特（John Wesley Hyatt）；1872年开始研制赛璐珞（celluloid，也叫假象牙），是第一种现代塑料物质；艾奇逊（E.G.Acheson），发现了制造有磨损力的金钢石和润滑性石墨的过程；查尔斯·M·霍尔（Charles M. Hall），是从矿石中提取铝金属的电解过程的发现者。

直到二十世纪初，美国工业企业才以相当大的规模组建起研究部门，并雇佣大学科学家。首批这样做的企业是那些本身就是从实验室中生长出来的企业，如电子工业。旧工业在把科学引入他们的活动时要慢得多，弗兰克·B·朱厄特，原贝尔电话实验室的主任（已退休），工业研究的先驱，他说，“本世纪初，一批年轻人被诱使离开教师职位，做出第一次胆颤心惊的冒

险”。[5]朱厄特对最近四十年来大学科学家变得对于工业科学(Industrial seience)更为重要作了评论。如果工业界吸收科学慢，那么大学就不会急于使他们的年轻人离开教学和研究岗位.而去新的工业实验室工作。在美国把科学应用于工业的新模式扩展得比较慢，直到第一次大战，科学对于工业之现实的和潜在的应用才充分地显示出来，此后，工业组织中有组织的研究部门很快增加，从1920年的约三百个到1940年的三千四百八十个，在同一时期，受雇在工业界搞科学研究的人员从近九千三百人增至七万之多[6]。较大的研究组织也相应增加，对此以后还要讨论。在1921年，有五十个以上研究人员的公司只有十五个，在1939年，此类公司却有一百二十个。

并不是所有被划为“研究”人员的企业职工就是专业科学家，其中有些是技术工人，另一些是维修工人。这三类人员的比例大概是2:1:1，下表显示了1940年的人员分布情况。

工业研究人员的职业分类

类型		人数	百分比
受过专业训练	化学家	15,700	22.4
	物理学家	2,030	2.9
	工程师	14,980	21.4
	冶金学家	1,955	2.8
	生物学家和细菌学家	979	1.4

5 弗兰克·B·朱厄特，“工业中的研究”，《科学月刊》，48(1939)，第195—202页。

6 据估计，1957年，有七十二万八千位科学家和工程师受雇于工业研究。参见J·斯蒂凡·杜普里和桑福德·A·拉科夫)(J. Stefan Dupré and Sanford A. Lakoff)，《科学家与国家》(Science and the Nation, Prentice-Hall, 1962)，第21页。

其它专业的专家	909	1.3
专业人员小计	36,553	52.2
技术人员	16,400	23.4
行政、职员、维修	17,080	24.4
总　　计	70,033	100.0[7]

从上表可以发现，化学家和工程师占了专业科学家总数的四分之三，而生物科学家却很少。这是因为大工业企业对科学研究工人的使用主要集中于化学、石油、电力工业，这些企业很大程度上依赖于这些专业及其所作出的科学发现，这几个领域有一大批受过训的工程师。事实上，正是"科学工业"(scientific industry)的扩大才使工程师的数量大为增加。1880 年，每三万零九百美国人只有一个专业工程学会；1900年每八千九百人中就有一个；1920年每二千一百二十人有一个；1940年每九百一十人中就有一个。[8]

虽然不同规模的公司(包括最小的)都进行工业研究，但"大量工业研究的成果是由相当有限的一些大公司支持的"[9]。我们又遇到了像大学科学那样的集中模式，只是那些大公司才养得起大量研究人员。下表显示了公司的资产与所雇的研究人员之间的关系：

7　美国国家资源规划署，II.《工业研究》，第四部分，第 176 页。

8　《技术评论》(The Technology Review)，1949年 2 月，编者按。关于工程技术职业的一般情况，参见：西奥多·J·胡佛(Theodore J. Hoover) 与约翰·C·L·菲什(John C. L. Fish)，《工程技术职业》(The Engineering Profession, Palo Alto: Stanford University Press, 1947)。

9　美国国家资源计划委员会，II.《工业研究》，第 182 页。

公司的有形净价值(百万美元)	研究人员平均数
1	13
10	38
100	170
1000	1,250[10]

然而，财力并非是工业研究组织的所属和规模的唯一决定因子，另一重要因素是管理政策，即管理角色对科学研究有用性的态度。结果，有组织的工业研究实验室遍布于美国各工业区，实际上遍布于各类工业。

至于美国工业研究组织，真正的"实验室"，其规模大至贝尔电话实验室，"目前世界上最大的研究实验室，雇佣了五千多人，每年开支约三百万"，小至一些小公司能承担得起的一个工程师。[11] 这些大研究组织（我们将在后面进一步研究）能够进行各项科学工作——纯研究，应用研究和所谓的"发展"研究。而占工业企业的绝大部分的小公司，其研究人员只能处理比较简单的应用与发展问题，至于他们所需的比较复杂的科学研究，就只好求助于外部研究组织，幸亏现在有大量为这些小公司服务的各种研究设备和条件。他们可能求助于阿瑟 D. 利都公司（Arthur D. Little Co.）之类的商业性研究组织，这个公司是美国最老的控股研究组织（proprietary research organization）之一，大公司的某些研究项目也要求助于这类实验室，比如，当大公司缺乏必需的一些专门技能或设备时，或者大公司的问题与工厂没有紧密的联系之时。小公司还可求助于学院和大学，求助于

10 同上，第 186 页。

11 C・E・K・米斯，《科学之路》，第 198 页。

一些非赢利性研究实验室，如阿穆尔研究所（the Armour Institute），最重要的是求助于他们自己的贸易协会研究组织（trade association research organization）。

美国工业技术如此强大，贸易协会（无论是否在自己的实验室里）是一个重要的研究组织者。[12] 当贸易协会自己没有研究组织时，它可以使用商业性研究实验室的设备，或者通过向教育机构提供奖学金和研究转让费的方法使研究项目得以完成，在上一章我们就发现大约三百个这类机构适合于搞这种研究。另外，美国国家政府标准局（the National Bureau of standards in the United States Government）为贸易协会以及个体公司完成了大量研究。以上各种途径为贸易协会积累了大量科学资源，进而对小公司作出贡献。除了研究外，贸易协会有时也提供科学咨询，比如，评论了国内外对他们的工业企业可能有用的所有出版物，并提供给协会成员感兴趣的新发现和最新进展。

然而，贸易协会提供科学咨询并不能完全满足小工业企业的需求，他们发现，为使研究有足够的规模和时间，常常在财政上发生困难。一些小企业一旦发现直接结果不能唾手可得，就失去了兴趣，并撤回财政支持。对于贸易协会，重要的是在进行研究时妥善管理，使所有会员平等获益，而不是仅满足少数会员的特殊要求。对贸易协会来说，改进标准工业产品、为这些标准产物提供新销路，是一些比较恰当的研究工作，这种工作可以获得比如国家罐头食品协会（National Canners Association）和油漆装饰协会（Paint and Varnish Association）的资助。贸易协会最好有一个特别研究委员会，为研究规划确定方向，这种委

---

12 美国国家资源规划署，Ⅱ.《工业研究》，第88页及随后各页。

员会由协会成员组成，可以成为工业与研究组织之间的中介，它可以向研究组织陈述工业企业中的问题，并为企业带去解决问题的方案。

科学研究之外美国工业的另一重要因素是私人捐款的非赢利性研究机构，如梅隆研究所（Mellon Institute），它与匹茨堡大学、巴特尔纪念研究所(Battelle Memorial Institute)和阿穆尔研究基金会（Armour Research Foundation）互有联系。任何规模的工业企业都可以在这几个研究所完成研究项目，并独家享用研究结果。同时，他们占有这一优势，即他们也可以在大研究组织中完成研究项目，因而许多研究项目可以同时在几个地方进行；他们亦有优秀的图书馆和常用的研究设备；有常设行政管理人员和指导性科学家（directing scientists）。关于所进行的研究项目的数量与类别，可从下列对梅隆研究所某一年的活动的统计中看出，"1944—1945，共进行了九十四项工业研究，雇佣了二百四十二名科学家和二百三十二名助手，该所的服务人员一百六十九人，总开支二百万美元稍多。研究课题涉及面很广；如：丁二烯合成的催化作用；豆类产品如淀粉、油、玉米朊(zein)的利用；溪流废物处理技术的改进；结构玻璃；煤和焦炭产品；合成润滑油；棉纤维的性能；石油产品；有机硅树脂；工业保健"。[13]

美国工业增强研究能力的另一可取途径是，小公司、中等公司的研究组织之间实行合作。至今这种合作主要限于技术信息的交流，最近才开始了一些新的联合活动，即交流工业研究的组织与管理的经验。一个新的合作冒险事业，工业研究所(Indus-

---

13 C·E·K·米斯，《科学之路》，第14页。

trial Research Institute)——附属于国家研究委员会——就是把改善工业研究的管理方法作为其目的。因为正像我们在第五章所说的，"在如何组织并管理工业研究方面仍然缺乏信息与经验，工业研究组织有其独特的功能、运行、人事特点，不太容易适合于通常的商业管理实践"。[14] 针对这种缺陷，工业研究所主要想帮助服务人员在一百人以下的中等规模的研究组织解决这些问题，大工业研究组织目前在活动的安排等方面都已相当老练。此研究所定期举行会议，非正式地讨论诸如组织、人事管理、工程选择、预算与会计、销售研究、与大学的关系和专利申请程序等一般性问题。

现在我们回到大工业研究组织上来。大工业研究组织可能是美国工业研究群体中最成功的例子，它为其支持者获得了大笔财富。大量的实验室研究人员，进行精密的研究项目，许多工作可以同时进行而且彼此间保持密切联系，这些组织代表了工业科学的前沿。我们已经知道，这类研究中心只是最近三、四十年的产物。威利斯·R·惠特尼(Willis R. Whitney)1900年开始为通用电气公司搞研究，当时几乎没有同事。1902年，查尔斯·L·里斯(Charles L. Reese)成立了东方实验室(Eastern Laboratory)，成了几个研究活动中心的先锋，现在属杜邦公司(Dupont Company)管辖。前述贝尔电话实验室主任弗兰克·B·朱厄特，1904开始其电话研究，现在已退休。伊士曼·柯达(Eastman Kodak)研究组织是第一个大型的工业实验室，由C·E·K·米斯在1913年创建。1917年，威斯汀豪斯电气公司(Westinghouse Electric Corporation)第一个建立独立活动的有组织

14 这是美国资源计划委员会的结论，见U,《工业研究》，第88页及随后各页。

的研究。现在拥有大研究组织的工业巨头是道化学公司 (Dow Chemical Company)、美国橡胶公司(United States Rubber)，加利福尼亚的美孚石油公司(Standard Oil Company of California)。

我们已经发现，只有那些像刚提到的具有大笔财富的公司才供养得起大研究组织。任何真正有益的工业研究，尤其比较基础的研究，由于各种理由而需大笔经费。[15]首先，杰出研究的人才与设备不便宜。大工业研究组织中的科学家和设备与其它任何地方甚至大学一样，同样是最好的，事实上，一些大学的研究人员由于公司能提供他感兴趣的优越研究条件，而被吸引到工业研究组织，华莱士·卡罗瑟斯博士(Dr. Wallace Carothers)从哈佛大学到杜邦公司似乎就是这种情形，他最后研制成尼龙纤维。其次，从形成创造性的基本的科学概念(或直觉)到应用于实际工业过程(或制成产品)，一般至少花五至十年，这是造成研究经费昂贵的又一原因。因而基础研究必须花大笔钱投资，这笔投资在几年内得不到回报。杜邦愿意并能够等近十年时间，让卡罗瑟斯博士研究高分子聚合物以便制造出尼龙。一位搞工业研究的学生说，"巴登苯胺和苏打工厂(西德)花了十五年的耐心研究和五百万美元的'耐心资金'，才搞清如何合成靛青染料"。[16]最后，介于纯研究与工业应用之间的发展研究，不仅在仪器设备而且在工程技术资才方面，也相当费钱。只有那些最

15 见戴维·B·赫茨(Davis B. Hertz)，《工业研究的理论与实践》(The Theory and Practice of Industrial Research, New York, Mc Graw-Hill Book Co., 1950)，第七、十一章，对工业研究的"经费"问题有很好的讨论。

16 T·A·博伊德(T.A.Boyd)，《研究，科学与工业的开路者》(The pathfinder of science and industry, New York, D. Appleton—Century Co., 1935)，第178页。

富裕的公司，才能建起试验工场(pilot plant)，通常用来检验科学发展的工业实用性。[17]

或许我们应该把冒险因素加到基础工业研究为何如此昂贵的原因里去，确实，研究的结果通常是高效益的，但同样确实的是，研究成果没有保障。米斯曾说过，“工业研究是一种冒险事业，甚至是一种赌博，虽然可能成功。”[18]大资本公司能够经受这种不可减少的“赌博”因素所带来的财政冒险。更进一步地说，虽然某些研究成果明显大可赢利，然而正像美孚石油公司的一个很大的研究组织的报告所说的，有些产品“不太容易度量”。[19]这种模糊性使大公司更容易坚信研究是有利可图的，而不去追究研究组织的每一种产品的赢利情况，资本不太多的公司常常不大可能有财力来树立这种“信心”。一位研究部主任说，“事实是，按通常商业标准来衡量，研究是一种昂贵的奢侈”，[20]他说，一个错误的直觉(hunch)，可能花去二十五万美元。由于从短期来看研究有推测性，因而工业研究指导委员会倾向于在研究进展没问题时大力投资，而在情况不妙时果断下马。比乔斯基写道，在1931年的“黑暗时期”，研究部下令“对所有没有产生效益的项目停止投资”。

即使在研究进展顺利时期，最富有的公司也并不是不负责

---

17 见基利弗(D.H. Killeffer)，《工业研究中的天才》(The Genius of Industrial Research, New York: Reinhold Co., 1948)，第11章，讨论了“试验工场：干些什么”。

18 C·E·K·米斯，《科学之路》，第224页。

19 加利福尼亚美孚石油公司，《工业组织中动机、人与钱的协调》(The Coordination of Motive, Men and Money in Industrial Research)，私人印刷，1946，第62页；也可参见D·H·基利弗，《工业研究中的天才》，第13章，论述了化学工业中评价研究的赢利可能性的技术性问题。

20 F·R·比乔斯基，《工业研究》，第113页及以后各页。

任地随便投入巨额资金作为研究经费。最近，一些拥有大研究组织，并把这当作公司长远发展的必需部分的大公司，互相比较了他们在研究方面的“花费”经验，并且都在寻求解决几个共同的问题，比如“1.全面提供研究经费(现时的和长期的)的合适的原则或方式；2.经费控制的程序……保证选择最有希望的项目；3.开支控制，使资金能转入产出率更高的研究与发展渠道，或节约；4.结果的评价”。[21]虽然工业研究中难于进行开支预决算，但预决算仍不失为计划与控制的必要工具。虽然大公司比小公司可能有更多的盈余资金来冒险，但工业研究的资金周转必须建立在大致可显示的基础上，无论是长期投资还是短期投资。

关于工业研究的可赢利性我们已经论述过了，由于这个问题对于工业研究组织的运行条件具有基本重要性，这里再提供一些进一步的证据。下面所说的二位观察者在这一领域都有长期而精细的经历。第一位是R·E·威尔逊先生，石油工业的著名管理家，他问道，“为什么我们石油工业三十年前雇佣了不到四十名研究人员……后来不断扩大，现今雇佣了几千名全日制研究人员，并可能在以后几年继续雇佣更多的呢？

“我想告诉你们的是石油工业的研究事业应归功于国家福利中广泛的、公众的兴趣，然而坦白地说，让你们获悉一些内部秘密，石油工业在过去的四分之一世纪中花了上亿美元用于研究和发展的真正原因是，我们认为我们这样做是会获利的！”[22]

第二位是比乔斯基先生，工业研究部主任，他说，“只是为了玩笑或增加人类知识而研究肥皂膜 (soap films)，这不是好事

21 加利福尼亚美孚石油公司，《工业研究中动机、人与钱的协调》，第53页。

22 罗伯特·E·威尔逊(R.E. Wilson)，“对研究的刺激”，《技术评论》(The Technology Review)，1947年2月，217—291，232页。

情或好主意，除非在特定情况下。

“证明纯研究，与判断最不纯研究的推理是一样的，不同的只是时间问题。兰米尔(Langmuir)搞坏了不少灯泡，因为他或惠特尼(在这例中二者都是)认识到，如果想使电灯得到改进，需要新方法和新思想”。[23]通用电气公司雇佣了惠特尼和兰米尔，想做一笔获利生意。这样的工业研究最终肯定“获利”，不论与小公司相比其周期有多长久。几乎必须指出，工业对可获利性的绝对必要性，并不否认其它工业目的的重要性，如生产高质量产品，获取制造部门的尊敬，以及赢得公众信誉。

即使认识到研究从长计议是有利可图的，也不容易建立并维持成功的大规模的工业研究组织。[24]大研究组织必须按“科层制”模式来管理，在第五章已讲到，这种管理模式带来了一些涉及科学群体的特殊问题，也存在着所有科层制组织的一般问题。[25]在工业界，与在大学或政府机构一样，主任是大规模研究组织中特别重要的人物，他必须是一位有一定成就和阅历的科学家，同时要有很强的行政能力。大规模研究组织的主任必须对不同的社会组织模式特别敏感，正式的和非正式的；必须意识到有不同类型的领导模式，它们分别适合于领导较纯的和较应

---

23 F·R·比乔斯基，《工业研究》，第111页。关于在这种地位他感觉到的“自由”，见欧文·兰米尔，“原子氢对工业研究的帮助”，载于《科学月刊》(The Scientific Monthly)，LXX(1950)，5—9页。

24 见 F·B·朱厄特，“工业中的研究”，第197页，阐述了初期建立工业研究组织的一些困难。

25 对于“典型”大研究组织的正式组织与管理实践的详细描述，可见加利福尼亚美孚石油公司，《工业研究的动机、人与钱的协调》。对于如何组织一个可行的工业研究组织，这本手册有许多蓝本组织图案，并对组织中的每一个位置有详细的管理指导。这类组织的其它图案可参见C·E·K·米斯，《科学之路》，第190—192页。

用性的科学工作。在这类研究组织中，可能大部分是应用性研究工作，等级式上司可以公平地指派给这类研究工作人员专门的任务；对于比较基础的研究工作，需要给正在研究的科学家、他的助手们以及公务人员更多的自我定向(self—direction)自由。针对后一种情形，聪明的管理者只是规定一般的研究领域(像通用电气公司的惠特尼给兰米尔所规定的那样)，并且精于赋与研究者刚好足够的自主性，这种技能最好在工业研究组织的实际管理经验过程中获得。幸运的是，现代美国工业研究的指导者的确属于"级级上升"，因而通过自身长期的实践获得了杰出的技能。

比如，在贝尔电话实验室，"没有大批专业科学家以独立的、大体上非协调的方式从事自己的研究"，主任允许"给创造性工作和个人努力以一定程度的自由"。[26] 一位数学家被允许在家里工作，一周来实验室几次。"由于研究电子衍射而获诺贝尔奖的物理学家戴维逊，从事于他自己已选择的研究路线，远比电话通讯的领域宽广"，虽然他们都对电话公司怀着浓厚兴趣。"然而，绝大部分实验室工作人员都进行总方向下的指定的工作。戴维逊和那位'主要在家里工作的数学家'所获得的研究之自由程度实属例外"。[27] 我们可以引用更多的这方面的知识，不幸的是尽管已经认识到大研究组织具有巨大社会意义，然而我们却对任何一个这一类组织的实际运行缺乏详尽的、系统的研究。我们研究了它们的正式组织模式，然而对非正式组织、日常雇工问

---

26 麦克劳林(W. Ruper tMaclaurin)，《无线电工业中的发明与创新》(Invention and Innovation in the Radio Industry, New York; The Macmillan Co., 1949)，第163页。

27 同上。

题、职业模式、刺激因子、与科学专家和一般行政管理者的关系等都没有研究。我们的大部分知识来自于因其它目的而偶然对这些组织给予的因果解释。[28]

美国工业科学不仅对社会福利作出巨大贡献，而且对于构成科学整体之基础的概念框架的直接促进也作出了巨大贡献。因而，美国工业以及美国社会的其它部分肩负着维持并加强工业科学的重大义务。

28 对贝尔电话实验室的实际运行情况所作的最长的然而不十分令人满意的研究，可见J·米尔斯，《社会中的工程师》。

第八章 美国政府中的科学家

在我们很多人的眼里，政府科学（government science）或许是个新生事物，但实际上几乎就从我们国家的历史开始之日，科学家就在政府里占有一席之地。政府从来不愿雇佣科学家帮助他们解决诸如战争或和平问题，因而科学总是像与大学和工业一样，与政府有很多联系。对于政府科学的历史与工业科学一样没有得到充分研究，然而政府科学却也是美国科学整体中的必要部分。

如，农业部及其前身对政府科学研究作了最长的连续性记录，这份追溯到一百多年前的十九世纪初的记录，起初保存在少数几个个人手里，农业部成立后，拟订了一个科学方案，雇佣了一位化学家，一位植物学家和一位昆虫学家为其工作。此后，这三位先驱分别各自扩展成一个关于所有农业问题的科学工作者团体。农业部的一位部史学家，T·斯旺·哈丁（T. Swann Harding）说，经过长期的发展后，现在“仅农业研究中心就有二千多人……几乎肯定是世界上最大的农业研究机构”，[1] 而这仅是这个部科学资源的一部分。

1 T·斯旺·哈丁，《草地的两翼：美国农业部的科学发展史》(Two Blades of Grass, A History of Scientific Development in the U.S. Department of Agriculture, Norman: University of Oklahoma Press, 1947)，第6页。

美国政府里科学研究的成长模式大致就是这样。最初，十九世纪有时甚至直至二十世纪初，在任何部里都只有几个科学家，最近四十年来，政府科学家的数目翻了几番，二次大战后的几年里，政府里集中了大约三万名来自物理学、生物学、农业科学、工程科学的专家，其中约三分之一是农业科学家，另外三分之一是在国防部工作的各类工程师。[2] 1947年，政府各部花了六亿二千五百万美元供这三万名科学家搞物理学和生物学研究。[3]

虽然政府科学中有一些比较集中的研究内容，但是我们将会发现，政府科学家研究涉及面是广泛的，可能还是相当普遍的。总统理事会的报告说，"联邦政府规划从根本上说允许探索每一门科学学科和子学科"。[4] 我们可以推测到，政府研究的最大部分是应用研究，1947 年这部分开支占了总共六亿二千五百万中的五亿七千万美元。但是也进行比较基础的研究，同样，对这类基础研究的支持是建立在这样一个信念之上的，即在不太长的时间内，这些基础研究将会转化为实用。仅从农业部的工作就可看出，政府科学在纯研究和应用研究领域所取得的成就，对于美国人民的"科学成就和财富增长"都有巨大的价值。[5]

---

2 总统科学研究理事会，《研究的管理》，第七章。

3 在 1960 年，联邦政府花费了一百亿美元用于研究与发展，其二十五亿美元被政府本身的各部和各机构花掉了，参见国家科学基金会，《联邦政府的研究资金，IX》（华盛顿哥伦比亚特区，政府出版办公室，1960 年）。

4 总统科学研究理事会，《国家计划》(Aprogram for the Nation)，第45页。

5 T·S·哈丁，《草地的两翼》，第八章。这本书对农业部近二百年间科学工作的广阔范围和巨大价值作了给人以深刻印象的描述。关于现在正在 16 个联邦机构进行的各种科学研究的非常详尽的描述，参见美国总统科学研究理事会，《联邦研究规划》之第二卷"科学与公共政策"，1947年 9 月 27 日。亦可见，美国军工部，《穿着制服的科学家——第二次世界大战》(1948)，描述了二次大战中武装力量中科学家的使用情况。

二次大战前，联邦研究经费的最大部分花在农业研究方面，如1936—1937，政府为研究拨款一亿二千万美元（占总预算的百分之二），其中三分之一进入农业研究，五分之一进入军工研究，其余用于其它目的。[6]大战一开始，研究重心就明确地转移到军事研究方面，政府中军事部门花费了联邦研究规划中的六分之五的经费。[7]另一方面，政府总是更多地投资在自然科学研究，社会科学研究要少得多，二次大战前，经费预算中四分之三拨给自然科学研究，然而在三十年代的大萧条时期，除了通常预算的四分之一经费外，大部分应急研究基金都给了社会科学。[8]虽然很难获得经费分配的准确数字，但自然科学肯定在战后政府研究规划中仍占优势地位。

既然政府研究与在工业研究中一样，有一种在短期内显示价值的强制性要求，那么集中于军事研究和农业研究就有了显而易见的理由。军事研究对政府显然是生死悠关的，而农业研究所以成了政府的重点关心对象，是因为不可能有任何一位农夫能够像个体资本家一样，对农业科学研究实行津贴。作为一个贯穿大部分美国社会史的相对较穷的社会经济群体，农夫们寻求并成功地通过其农业研究规划而从政府获得大量资助，我们经常忘记了最近百年来我们已经经历了一次农业革命，同时进行了一次工业革命，在这次农业革命中，政府科学起了伟大的先锋作用：关于这一问题的一份研究指出，“例如，在化学与土壤局(the Bureau of Chemistry and Soils)建立之前，氮肥领域的研究一片空白，这个局在这上面花了十年功夫，尽管此期间

---

6 美国国家资源规划署，I.《联邦政府与研究的关系》，第9页。

7 总统科学研究理事会，《国家规划》，第45页及以后各页。

8 美国国家资源规划署，I.《联邦政府与研究的关系》，第7页。

的开支削减了三分之二。当研制成有效的方法后，氮肥工业就建立了氮研究实验室，高薪(政府薪水的三至五倍)聘请了该局的氮专家，并着手使其商业化”。[9]

然而，尽管政府科学研究对社会作出巨大贡献，但它从未有过高的公众声望，或许这是因为所有美国政府雇员都没有享受高的公众声誉的缘故。很少有科学家认为政府雇员是最满意的职业，一份态度调查表明，即使已经受雇于政府的科学家，只有百分之三十七的人感到在政府里工作是最令人满意的职业。大学科学家只有百分之一这么认为，只有百分之五工业科学家有此同感，无怪乎有时雇佣科学家搞政府研究何其之难。这份调查报告最后总结道："把所有群体包括在内，只有百分之十一喜欢政府职业，百分之三十一喜欢工业职业，百分之四十八喜欢大学，剩下的百分之一喜欢咨询工作或其它活动”。[10]

尽管如此，还是有许多有才能的科学家，不论其工作的社会声望如何，在为政府效劳。与工业科学相类似，政府科学的质量也有很大差异，如果不与工业研究以及工业能够支付的高薪直接竞争，那么政府科学或许一直是最好的。政府研究至少在两个领域特别不错，那就是农业和医学，后者在政府研究规划中占了四分之一的比重，政府进行各种医学研究，并对大学和工业的医学研究产生了巨大影响。有关医学的几个政府研究机构，美国公共卫生署(the Public Health Service)把其经费的最大部分用来搞基础研究，陆海军的医学研究 (the Army and Navy

---

9 美国国家资源规划署，I.《联邦政府与研究的关系》，第 44 页。

10 总统科学研究理事会，《研究的管理》，第 142 页。也可参见美国总统科学研究理事会，《研究人力》，《科学与公共政策》的第 4 卷(华盛顿哥伦比亚特区，政府出版办公室)，1947 年 10 月 11 日。

medical work)更多地致力于应用。1947年，政府总计雇佣了约三千五百名医学研究人员，他们使用精密的仪器，有足够的资金，享有很大的课题选择自由，由于拥有诸如这些有利条件，结果总统理事会的报告指出，“联邦机构从事的医学研究，维持了高质量，因而受到全世界的尊重”。[11]与流行的偏见相反，政府的科学研究不一定平平庸庸，必须时刻认识到，“在政府的研究实验室里存在着广泛的风气和精神道德的差别，正象这种差别亦存在于工业机构和大学一样”。[12]在所有政府科学中，没有必然的固定不变的低劣质量，它的现实可变性表明，哪里比较弱，哪里就能改善提高。最近至少有二项关于政府科学的大规模的研究，都得出了上述结论，一项在三十年代由国家资源规划署进行，另一项由总统科学研究理事会在战后作出。

撇开所有其它因素，造成政府科学之问题的一个重要因素是组织问题。政府研究组织在两种组织障碍下蹒跚而行，这值得我们详细分析每一种障碍，并希望据此找出提高政府科学的一般性水平(average quality)的方法。第一个组织困难是，政府研究部(Government research department)在许多方面受那些适用于所有政府组织的非科学的通行规则的控制，而这些规则很大程度上对科学研究群体的成功运行不利。第二个组织困难是，政府研究比工业科学或大学科学更多地遭受所有令人头痛的“科层制”的组织问题。这二类困难原则上都是不可解决的，下面再来看看那些为在政府科学中减轻这些困难所作出的努力。

与大部分政府雇员类似，几乎所有政府科学工作者，受民政

---

11 美国总统科学研究理事会，《国家的医学研究》，《科学与公共政策》第五卷，1947年10月18日，随处可见。

12 总统科学研究理事会，《国家规划》，第53页。

署(the Civil Service) 的一般规则的支配。这些规则由于其本质特征——部分由于其形式本性，部分由于其管理方式——最近变得更适合于例行公事式的一般性工作，而对那些需要高智力的专家不太适合，结果使得政府在与大学和工业竞争雇佣科学家时处于不利地位。大学和学院有熟悉工作申请者的优势，而大部分的受聘以对知识的研习情况为基础按照个人推荐进行。从工业方面说，他们每年派出一批精力充沛的"天才寻找者"(energetic talent seekers)，与大学生交流，为大学生推荐工业科学中具强烈吸引力的工作。相比之下，要想获得政府科学中的工作，必须自己寻找机会，参加笔试，笔试的地点可能在一个要自己花旅费才能到达的地方，之后要等好长时间才可能获准申请。一位在战时具有丰富的雇佣政府科学家经验的人说，"这是积极寻找合适人才并以最小的延迟和形式雇佣的主动过程，与目的不在于寻找好人才而在于阻止庸人进入的被动过程之间的竞争"。[13] 在这种情况下，政府科学每年都要失去许多潜在的工业科学雇员。然而加快政府的雇佣过程已经有可能了，可喜的是民政署最近对其规则作了些修改，以实现加快进程的目的；政府科学组织和民政署委员会也提出形成一个为大学生和年轻科学家提供关于政府科学工作优越性(设备好、起点工资高，事业发达的真正机会)的信息渠道。例如，为了与争抢优秀高年级大学生工业界竞争，国家标准局(the National Bureau of Standards)先手抢走最好的低年级(一般是三年级生)学生，为他们提供暑期工作(summer jobs)，这些学生也就因此而取得民政署的职位。这些大学生获得学位后通常回到老地方工

13 M·H·特里特恩，"科学家的流动"，第68页，还可见第66—67页。

作，而且比较容易找到工作，因为他们已经获得民政署的地位。[14]但是，如果政府想招聘更多更好的年轻人为政府搞科学研究，有必要对招聘过程作全面的更多的改进。

政府范围的民政署法令也涉及政府科学家的薪水，总的来说，法令允许政府科学家的工资比大学高但比工业低。年轻人的薪水与在工业企业中一样高，但民政署支付的最高水平的薪水大约一万美元(一年)，比工业中的最高水平的薪水低得多。[15]由于这种薪水极限，使得政府研究很难留住那些已经工作多年并达到薪水极限的研究人员，当然留住他们也并不是不可能，有些人被特别优越的研究条件吸引而不愿离开。但总体上，政府研究的人才外流，因而政府也就成了工业科学家的一种培训学校。这对于整个国家共同体当然间接获益，但这种利益必须按对政府科学的直接损失来衡量。曾经建议把政府工作中的各种专家(不仅是科学专家)的最高年薪提高一点，比如一万五千美元，这可能有助于留住许多各种层次的迷恋工业研究的人。然而增薪不太可能，除非全国范围的政府工作薪水水平有一个总的变动。

在民政署的管制下，政府科学家还遭遇其它一些不利方面。因为他们是按行政目的而非科学目的加以训戒的，民政署的条令倾向于为那些年资深、有管理才能的人而不是专家技术人员创造更多的升职提薪机会，因而，政府科学家时常必须在工作擢升(job advancement)与科学机会 (scientific opportunity) 之间作出选择。由于民政署的一般政策是不把高层次工作职位授

---

14 爱德华·U·康登，“研究人员的招聘与选择”，载G. P. 布什与L.H.哈特利，《科学研究》。

15 民政署的薪水已经提高了百分之七十五至百分之一百。

与没有管理责任的专家，这种二难境况可以通过为那些希望工作擢升又不愿担负管理责任的专职研究人员创造更多的高级别位置（high-ranking positions）而得到缓和。当然管理者是必要的，有些科学家就是一个杰出的专职管理者或兼职管理者。相反，有些科学家急于在科学上领先，而不愿离开研究工作，政府需要这一类科学家。

科学家需要另外一些特殊待遇，这在民政署管辖下的行政雇员中通常不会得到满足，而对于进行良好的科学工作却是必需的。比如，政府研究组织应当有权为工作人员设计服务性的培训计划；应当有权允许他们参加学术会议而不扣薪水，如果愿意的话还可给予一定的津贴；应当有权批准一些想去大学深造或参加其它的科学训练的研究人员的请假。工业科学研究组织（尤其大组织）为他们的雇员提供所有这些机会，因为所有这些对于科学研究是重要的，而对于事业擢升是必不可少的，缺乏这些特权使政府科学更缺乏吸引力。同样幸运的是，近来这方面也有所改善，事实上，这些正在做出的改变都有些先例，即使在二次大战前，农业部就支持了一项庞大的服务性培训计划，由优秀的教师给三千名学生讲授约四十门课程。大战开始以来，这种计划扩展到所有的政府科学部门。通过对华盛顿特区一万名政府科学家的研究培训要求进行调查后，民政署的科学人事顾问委员会（the Civil Service Commission's Advisory Committee on Scientific Personnel）安排了特优的地方性培训机会，应委员会的要求，“为了华盛顿地区政府科学家的方便，当地教育机构开设了完全合格的、校外的研究院科学课程。七百多名物理学家、工程师、化学家和数学家参加了总共二十六门课中的一门或多门课程，通常在下班后离他们的工作地点很近的地方

授课”。[16]

在其它地区，尤其科学实验室里，也提供给政府科学家以类似的条件。例如，南加利福尼亚的海军电子学实验室甚至有一个比华盛顿地区更复杂的教育培训计划，除了与加利福尼亚大学洛杉矶分校合作开设的本科与研究生正式课程外，还有为全实验室设置的非正式讨论小组，横跨几个专业研究小组，除此之外，还有关于科学专题的精深的研讨课。但是，“这个计划最令人感兴趣和特别的地方是，有很多访问专家。邀请与本人实验室研究有关或直接一致的具有杰出能力的著名科学家作短期访问，充当顾问和导师”。[17]这些顾问虽然已经离开，但他们可能组织进行某项研究计划，对进行中的工作提出建议，或者偶而直接参与这类研究，他也可能偶而来讲学或授课。此外，他对实验室科学家的观念和面貌的影响对于这些科学家增加潜在能力和完成直接的工作有多大益处，是难以度量的。报告的作者说，这个计划表明在政府科学中什么是可能的。这位作者已经认识到，“那种认为实验室不可能达到与学术机构同等程度的学术激励气氛和自由讨论空气的观点，最终是没有根据的”。[18]

这些情况要求有一套适合于政府科学家的特殊规则，或者要求在执行现行通用规则时要小心谨慎。这方面已做了许多工作，然而仍可作更大努力，即使对于政府系统的法令，也一定要按照限制政治干扰和消灭各种歧视的原则加以制定，以便为政

---

16 菲利浦·N·鲍尔斯，“华盛顿地区的科学培训群体”，《科学》，104(1946)，第 147 页。

17 罗森·贝内特，“研究中心的教育计划”，《科学》，106(1947)，283—284页。

18 同上。亦可见迪尔(David B. Dill)，“在军队服役的生物学家”，《科学》，111(1950)，675—676 页，描述了医学分部、陆军化学公司是如何组织了一个政府研究机构，为生物学家和医学科学家提供了极好的工作处所的。

府科学创造合适的组织条件。这些法令上的转变，将有助于使政府成为对科学家更具吸引力的职业，并进而有助于提高政府科学研究的一般水平。

但是，还存在着阻碍政府科学发展的第二种组织困难，这种困难也存在于工业和大学的科层制结构的研究组织之中，这种困难指的是科学自主性所需条件与正式社会组织的管理需求之间的冲突。关于这类问题，政府研究组织也做了许多改善工作，以便使这类组织成为提高国家福利的更有效的工具。

首先考虑政府科学研究的财政与计划问题，与其它研究组织一样，政府科学的管理者必须提前对研究预算作出计划，并对各项开支作出说明，他们发现在完成这二项工作时，应用研究部分总比比较基础的研究部分容易一些。现在，所有的政府预算拨款（包括对科学拨款在内）以年度为基础，并加以很专门的描述和证明，但是大量的科学研究，甚至应用科学研究，在进行研究之前很难作出详细描述，而按年度为基础作出计划则更难。当然作为政府科学家也要理解管理者在制定研究预算方案时的困难，因为这些预算方案要经组织总裁和国会的批准。但是，为了给研究尤其是基础研究以必要的连续性，希望至少使部分政府研究以三年或五年为基础作预算方案。如果不能承诺比较长期的财政支持，通常难以雇佣科学家，并肯定会造成配置设备的浪费。同时还希望使一些政府研究的拨款以大项目大笔款项进行，而不要分散成许多小项目，小笔款项。按照总统理事会的说法，就科学而论，目前的政府预算和核计“按钱和管理者、科学家的时间与能量来说是奢侈的”。[19] 总的来说，国会只愿意

19 总统科学研究理事会，《研究的管理》，第108页。

拨款给相当专门的研究，很少对政府科学组织认为必要的一些研究作出官方允诺。然而，最近给了海军研究办公室这种允诺，这一实践可能适当地推广到其它行政执行机构。国会在此问题上面临二难境地，一方面日益意识到长期的基础研究的重要性，另一方面又不愿放弃通过拨款而对其它行政机构实施的控制权。如果政府对科学的预算拨款仍继续以年度会计计划进行，则政府研究组织的管理者将只能按与国会的法律一致的方式行事，而不是与科学研究本身相协调。

目前，政府科学中管理需求与科学自主性之间的最大冲突或许就在于政府日益要求对研究实施保密这一问题上。[20]就是由于这一要求，许多科学家不愿替政府工作，因为这一要求与科学价值相抵触，然而另一方面，现在的大量政府研究，尤其是国防方面的项目，保密又是必需的，至少国会是这么想的。关键的困难之处是确定哪些工作必须保密，哪些工作不必保密。一方面，管理条令强调使保密限制更严厉和广泛；另一方面，科学价值倾向于一律拒斥所有保密条令，似乎应该在这二种体制规范之间划出一条保密的界线，而划这条线又是艰难的，因为总是很难精确权衡科学的相对利益和国防保密的相对要求。这些困难的消除只能通过行政管理者与由于他们的价值和作用而身负各种压力的科学家之间达成互相谅解，如果管理者学会为科学家的反保密价值提供尽可能广阔的天地，那么反过来，科学家也必定学会承认管理者身负的保密责任。

管理需求与科学利益之间的另一问题是，对在政府科学组织中所做的工作的评价存在差异。显然，科学工作必须经受所

20　W·盖尔霍恩，《安全、忠诚与科学》，和"科学家"，载《幸福》杂志，第166页及随后各页。

有政府工作都要经历的一些行政上和法令上的审查，通常这种审查是粗略的，并且不问具体的科学研究就通过了。但有时使用的不是科学的评价标准，而是比方说对国会的可接受性标准，有时干脆全部采用模糊的行政评价标准，这样就使正在工作的政府科学家碰到麻烦事。关于“如何评价研究工作？”这一问题，总统理事会对几个政府科学机构的一次演讲，试图对此问题作出令人满意的答复，但是该演讲却认为，“这个陈述特别模糊且无助于增长知识”。[21] 有些研究机构由顾问委员会评价工作，顾问委员会能够既考虑科学能力的标准，又兼顾较易应用的有关直接效用的行政标准。把效用作为评价标准必然对政府科学有压力，没有理由把对基础科学的促进这一标准排斥在评价标准之外，我们已经发现，无论是工业科学还是政府科学，过分强调直接实用性从长远来看得不偿失，看来在使国会确信基础研究的价值问题上，政府科学的管理者仍有许多工作可做。海军研究办公室（简写为O.N.R.）在管理科学组织时也碰到这些困难，他们尝试提出各种解决方案，它的经验对于其它政府科学机构是有益的。[22] 比如，海军研究办公室请著名的非政府科学家当那些实施研究计划的人的专家顾问，该顾问只关心科学问题，而不涉及行政，只在需要的时候和地方发挥作用，这一方法有效地利用了业余平民科学家。通过把全时研究人员的非科学职责降到最低限度，海军研究办公室寻求最大限度地利用他们的方法。

---

21 总统科学研究理事会，《研究的管理》，第136页。

22 关于O.N.R.的情况，见豪斯拉思（A.H. Hausrath），“现有科学人员资源的充分利用计划”，《科学》，107（1948），360—363页。对于军队对美国科学的支持的后果，在科学家之间意见分歧很大，这方面材料可见，露易斯·N·赖德诺尔，“军队对美国科学的支持，危险吗？”，载于《原子科学家通报》（1947年8月），转引自《美国学者》，该通报还发表了若干美国科学家和学者对该文章的评论。

比如，在绝对需要科学家兼任管理者的地方，就配备一名专职管理助手，帮助科学家完成非科学任务中最程序化的部分。如果可能的话，海军研究办公室在研究规划中尽量减少让成熟科学家去干低水平的科学工作，这些工作指派给帮手或实验室助手，由他们提供许多誊写和统计方面的工作。总之，其目的是想把海军研究实验室组织得使每一位科学人员人尽其能、充分利用时间。显然这是困难的，因为实验不像由半熟练工人操作的生产线，其中的工人很容易接受培训、被替代或辞掉。一个达到最大限度发挥实际才能的途径是扩大超出单一实验室的人事流动范围，甚至在机构之间流动，如流动出海军研究办公室。这样，科学家就可以在各种工作、实验室与机构之间流动，以便找到一个既有利于政府又有利于个人的能充分发挥特长的地方。当然，秩序的可塑性是有限的，对于政府科学来说，一定程度的流动或许是切实可行的。

上述关于人员流动的建议表明，行政需求与科学自主性之间进一步整合的途径可能部分来自多个政府科学机构之间的更好的协调，这种协调已经发生了。不仅通过非正式的联络和信息交流，而且通过正式的机构间委员会(inter-agency committees)。科学家在政府组织之间流动也为了寻求更好的机会。这样，似乎需要一个正式的对政府科学负一般的有限责任的监督机构，这将是自然科学基金会的功能之一，它的其它功能(对民用科学)将在下面讨论。但是，对政府机构之间的协调在促进政府科学的提高中的作用，不应该夸大，因为政府科学组织很多，进行的科学研究也繁多，这明显地限制了机构之间的有效协调，正象虎文委员会(the Hoover Commission)的报告所显示的，政府的科学研究活动，与许多其它研究活动一样，仍然大有改进

的余地。

政府机构之间的协调还有另一问题，这个问题超出了科学的范围，然而与科学关系甚切。这个问题就是政府科学家与军队高层计划者之间的关系，这一关系明显地仍然没有达到应该达到的满意程度。[23] 二次大战期间，科学家管理者(scientist-administrators)发现，有许多事件只有他们才能参与，科学可用于国防的目的。战时存在这种需要，现在同样存在着把科学家合并入研究最高级战略计划的军事小组的需要。[24] 当然，只有军事与外交政策小组对最终决定负责，在原子弹和氢弹事件中，由总统本人亲自负责。作出决策并不是科学家的事情，但是，科学家的知识和预言日益成为这些战略决策的必要部分。因而，任何使美国科学协调成一个整体的计划，必须为政府科学与更广泛范围的国家政治决定之间的有效整合作准备。

直到目前，在谈及政府科学时我们都略去了原子能委员会(the Atomic Energy Commision)所做的工作，或许该说说它了，尽管在很大程度上按国会章程这是保密的。虽然我们所知详情甚少，但我们确实知道这一点，即随着原子能委员会（几乎只面向纯科学研究）的建立，和平时期的政府科学在规模和重要性上都进入了一个新时期，战争期间，原子能科学发展成熟，其速度可能是人类历史上其它所有重大发现无与伦比的。虽然战时的大规模研究计划，现在有些已停止了，但作为科学与工程上的努力仍延续着。[25] 原子能委员会的目的由其成员史密斯教授

23 J.B.康南特，"科学与政治"。

24 J.P.巴克斯塔，《努力的科学家》第28页及以后各页。还可见，欧文·斯图尔特，《战时科学研究的组织》(Organizing Scientific Research for War, Boston: Little, Brown and Co., 1948)，第326页及随后各页。

25 J.R.纽曼与B.S.米勒，《原子能的控制》。

表述于下："首先，制造更多更好的武器；第二，发展原子能的和平利用；第三，增强国家的科学力量，这从长远来看可以支持前二个目的"。[26]

这些目标显然既需要纯科学又需要应用科学，因而该委员会成立了若干国家实验室（National Laboratories），以便最有效地进行各种必需的科学研究工作。这类实验室共五个，不太为人所知然而却容纳了大量科学家，它们是，伯克利（加利福尼亚）、洛斯·阿拉莫斯（西南）、橡树岭（东南）、阿贡（芝加哥）、布鲁克海文（东北）。这五个实验室中，只有伯克利国家实验室战前就已存在，那时它是全美大学最大的核物理研究中心，战时该实验室的目标没多大改变，只不过规模更大。战发以后，它就几乎全部由原子能委员会提供津贴，尽管如此，委员会对它的控制却较弱，主要仍由初时创始的大学科学家一手把持，结果，该实验室仍进行了许多基础研究。相反，洛斯·阿拉莫斯实验室战时创立，专门进行关于原子弹本身的应用性研究。阿贡实验室与芝加哥地区的大学（芝加哥大学、西北大学、伊利诺大学和印地安那大学）有密切联系，战时（及以后）是一个核反应堆实验室，主要进行纯研究。橡树岭实验室也是战时的产物，此实验室有多种功能，既是服务性的又是研究性的。最后一个是位于纽约附近的布鲁克海文实验室，它是战争刚结束时建立的，主要是为了安置东北地区部分大学的大量科学家，这些科学家在布鲁克海文进行主要是业余的几乎全部是基础的研究。没有哪一个大学能建设起像布鲁克海文实验室所具有的研究设备，然而如果大学想进行与原子能有关的物理学研究，这些设备又是必需的。

---

26 亨利·D·史密斯（Henry D. Smyth），"国家实验室在原子能发展中的作用"，《原子科学家通报》，VI（1950），第6页。

布鲁克海文实验室研究人员的不断轮换，使大学与政府科学之间建立了紧密的不间断的联系。

管理像原子能委员会国家实验室那么大的科学研究组织，困难显然是很大的。[27] 幸运的是委员会的成员部分是经验丰富的科学家，对科学本身和大规模研究组织的问题都知道一些。该委员会的一位成员说，他们知道繁荣纯科学与应用科学的不同条件；[28]他们知道"大"科学的危险性：规模太大、繁文缛节和没有输入新鲜血液。他们甚至意识到，如果成功，可能会从大学吸引更多的科学天才。现在美国科学的未来很大程度上依赖于原子能委员会国家实验室，这不仅因为他们所做出的科学发现，而且还因为他们在实现大学与政府科学家之间的整合时采用了有效的组织配置这一技巧。

原子能委员会并不是唯一使用外界研究设备的一个政府机构。美国工业界接受了来自大学和政府的协助研究，与此相同，许多政府研究机构也在利用大学和工业的研究条件。事实上，所有美国政府的科学机构以赠款、签订契约、捐奖学金等方式支持各类非联邦组织的研究。[29] 现在，外部科研组织为政府所搞的大部分研究也是军事方面的，如，提交给1948年美国物理学会春季会议的所有论文的近百分之八十来自海军研究办公室资助的项目。[30] 在比较早就有研究机构的各部，如农业部、内政部和商业部中，利用外部协助的程度远不如国防部频繁，事实上，战争

---

27 见L.科瓦斯基，"心理学和大规模物理研究的结构"，讨论了大规模政府原子能研究群体的结构与他所谓的"病理症状"。

28 H.D.史密斯，"国家实验室的作用"。

29 总统科学研究理事会，《国家规划》，第1页及以后各页。

30 《幸福》杂志，"科学家"，第166页。

期间，这些部实际参与帮助完成军事项目的研究。

政府与大学组织和工业组织之间在研究上的关系，带来了一些特殊问题，其中之一是制定关于赠款和签订契约的标准化程序，以便双方利益能保持一致。一般来说，在研究结果难以确定的情况下，如大学的基础科学研究，政府就赐与基金；有具体条款的契约对应用研究较易实现。即使有上述灵活性，政府预算程序中有时仍给外部研究机构施加一些计划上的困难，像他们对待政府内的科研组织一样。许多研究项目不可能在三、五年内加以计划并执行，而联邦赠款，像联邦拨款一样，只限于一年。同对政府内的组织一样，希望在这方面能有一些政策上的变化。

在赠款与签订契约的过程中，管理问题特别重要。现在政府对外界研究机构的赠款数目甚大，这就需要聘请最好的管理者兼科学家来统一监督管理。私人慈善基金会为科学研究提供了大量津贴，他们早就认识到聪明地花钱是很难的，因而选择最能干的人作为基金会的管理者，并支付给高薪。政府机构也必须选择最优秀的人才来管理资助计划。

我们曾提到过政府与大学和工业组织的研究关系中出现的另一个问题，即由于与日俱增地使用外界研究设备，政府主持的研究中出现了大量可申请专利的发明，这就提出了如何制定恰当的专利政策的问题，如在大学中一样。专利问题对政府来说并不比大学是一个更新的问题，但是却是一个更紧迫的事情。一个讨论指出，"怎样处理联邦研究的专利权，使之更好地为公众利益服务，这是一个过去四十年间政府各部门一直沉思和争论的问题"。[31]在此期间，政府对专利政策作了大量研究，最近一份研

31 戴维·劳埃德·克里格(David Lloyd Kreeger)，"联邦研究的专利权的控制"，《法律与现代问题》，XII(1947)，第714页。

究由司法部在战争刚结束时完成，“根据研究结果，安托尼将军(Attorney General)于1947年5月份向总统提交了一份综合性报告，建议把政府应占有并控制所有由联邦基金资助的技术作为基本政策”。[32]但是，来自为政府做研究工作的工业企业对这个政策的反对呼声很强烈，因而此建议没有被政府采纳。工业研究的董事们认为，如此之政策只能使工业为政府做研究和发展工作成为不可能。结果，政府同意工业和大学在处理专利权时有可变性和特殊性。除非政府与工业之间的关系特点有重大变化，否则安托尼将军建议的政策就不可能经国会通过成为法律。

最后，我们考虑政府科学中的最后一个问题。即使还在战争结束以前，两个事实对美国政府中那些对科学的使用负责任的人产生深刻印象，第一个事实是科学对于和平时期及战时美国社会的福利具有极端重要性；第二个事实是只有政府才能为维持美国科学的高水平(质量与生产率)提供足够的基金。大学研究资金的减少尤其可能抑制科学的一般进程。私人的礼物和资本家投资的回报已不再是大学科学研究的足够资金来源，尤其在面临通货膨胀时更是如此，虽然这类资助的钱数目仍较大，而且对大学具有重要意义，然而如果没有政府的资助，大学就不可能进行政府要求他们做的一些研究。

承认这二个事实，使日益增多的政府科学家和处于领导岗位的科学家感觉到，政府应该呈现新的功能，即对美国科学的整体方向及彼此协调负起责任。在我们多次提及的总统科学研究理事会的报告和瓦涅瓦·布什的报告《科学，无穷的止境的前沿》中，都明确地表达了这些建议。新的科学的社会组织的图景

---

32 “联邦研究的专利权的控制”，《法律与现代问题》。

是存在的，至少某些美国人已预见到这种可能性。总统科学研究理事会所提出的建议有：美国必须扩大科学经费，增加受训科学家；今后，必须着重致力于纯研究而非应用研究，前者相对较薄弱；为了实现这一目标，政府必须逐渐增加对大学纯研究的津贴；政府也应该为学科学的大学生和研究生设立大量的奖学金，奖学金获得者选择自己的专业领域；政府应该任命一个委员会，以协调各政府机构之间的研究；委员会成员应包括平民科学家和政府科学家；最后，政府应成立一个叫国家科学基金会（the National Science Foundation）的组织，以统一管理各种科学活动。

这些总规划的不同部分分别在不同时间被认识到，因为这一规划是二次大战后才首次提出的。例如，增加政府对大学的拨款一直进行着，但是作为整个国家的科学规划的协调机构的国家科学基金会，直到1950年才法定成立。这里边原因很多，一个重要原因，是起自于政府对科学扩大控制所产生的摩擦。在此延迟期间，科学家似乎一直非常赞成该基金会的成立，如在回答福琼·波尔（Fortune Poll）“你赞成其宗旨是用联邦基金刺激基础与应用研究的国家科学基金会的创立吗？”这一问题时，百分之九十的学院科学家、百分之九十的政府科学家和百分之八十一的工业科学家的答案是肯定的。[33] 然而，一些特别是来自大学和工业的著名科学家，强烈反对任何形式的这类协调机构，除非它基本上由那些政府外、最终不对总统负责的科学家所控制。[34] 这些人的观点不仅在商业群体而且在国会中得到很大支持，

33 《幸福》杂志，“科学家”，第 176 页。

34 塔尔科特·帕森斯，“科学立法”，分析了初期国家科学基金会立法之失败的原因。

然而，总统却以此宗旨与已经确立的政府有关程序和良好的执政实践相抵触而反对它。确实，按照这一原则，总统在1948年为创建一个基金会投了一票，这个基金会设置不对他本人负责的执行委员会。这是1945—1950年期间的几次努力中仅有的一次形成法律框架的尝试以便让国会、科学家、工业团体和总统通过。[35]

最后于1950年，建立国家科学基金会的议案经国会通过，总统获准了。这个议案很大程度上是我们曾提到的总统理事会的建议的颁布而已。该基金会的主要目的是"促进科学的基础研究与教育"，实现这个目的的方法是为大学提供资助、给研究项目提供津贴、为学生设立奖学金。基金会自身不操纵研究实验室，而是明确限定为只提供金钱、对美国科学的发展作出计划。基金会希望以美国的总利益为基础去"评价研究成果的影响"。在总的目的下有许多具体事项，如评价其它联邦政府机构的研究规划；鼓励美国与外国科学家之间的科学信息交流；编制科学人员一览表；若国务卿有求，就鼓励并支持专门的军事研究；建立特别委员会以调查科学各专门领域，并为各领域提供总的研究规划。

基金会的这些活动由二十四人组成的委员会主持，这二十四人均经总统任命、参议院同意。议案规定，委员会成员任期六年，选自"基础科学领域、医药科学、工程技术、农业、教育或公共事务中的著名人物"。议案建议总统在任命时考虑来自国家科学院、大学协会和其它科学与教育组织的提名，通过这种方式为自

---

35 森·H·M·基尔戈（Sen. H.M. Kilgore），"科学与政府"，《科学》，102(1945)，603—608页。这篇文章对为了建立国家科学基金会所作的早期工作作了阐述。

主的科学群体的社会影响寻求法律地位。总统还要在参议院的同意下命名一位董事(Director),年薪一万五千美元,任期六年,根据议案,重要的决定必须由董事会集体作出。这仍然是一个可怕的行政模式,但可能会设计出处理基金会日常事务的令人满意的程序。议案建议基金会下设四个司:医学研究、数学、物理学和工程科学,生物科学,以及科学人事与科学教育。这里不包括社会科学,但是并没有像这个议案几个早期草案所建议的那样,明确禁止支持社会科学研究与教育。议案建议第一年对基金会拨款五十万,那时基本上进行自身组织建设,以后每年限于一千五百万,此外还可获得其它联邦机构的额外基金。[36]

此议案公布不久,总统就任命了一个董事会,有关法律也提交给国会以便获准拨款五十万美元作为基金会的经费。后来发生的一切表明,所有对基金会的抵制都是顽固不化的,首先,拨款削减到二十五万;其次,甚至这个小数目也没有表决。第二年,总统要求按法律最大限度地拨款一千五百万,而国会只表决通过了这个数目的百分之二,即三十万,这个预算除了维持基金会的组织运行外,几乎不能干什么。第三年,总统要求国会拨款一千四百万,但国会又一次大规模削减之,虽然只削减到三百五十万,基金会终于开始有可能实现它的部分计划。一半经费将作为1952年的会计年度用于生物学、医学、数学、物理科学和工程科学的基础研究,另一半将为学科学的研究生设立四百份奖学金,获奖人员分布于一年级研究生到博士后研究人员。第一批获奖人将从 1952 年 9 月份开始从事受到津贴的研究。这段简短经历表明,这些绝对反对国家科学基金会的人不可能长期自行其

36 见国家科学基金会议案全文,发表于《原子科学家通报》,VI(1950),第186—190页。

是。[37] 对基础科学与对基金会的协调功能的需要都非常迫切；此后一段时间内，正确的意识和迫切的需求感将占主导地位。政府科学将在未来美国社会中扮演更重要的角色。

37　1959年，国家科学基金会获得的预算款项为一亿四千万美元，这证明了这里做出的预言。国家科学基金会现在已经牢牢地建立起来了。

第九章 发明与发现的社会过程：个人与社会在科学发现中的作用

马克思在《资本论》第一卷中指出，人类通常过分关注自己劳动的现实自然产品，以致于对这些现实自然产品据以产生的社会关系与社会过程茫然无知。马克思称这种习惯为“商品拜物教”(fetishism of commodities)，人们注意到自从马克思时代以来，这一习惯仍在社会生活的许多领域不断出现。其中之一就是我们将要研究的科学发现领域，在这一领域，有一种“发明拜物教”(fetishism of invention)习惯，只注意过程的结果，忽视了构成那特定的具体产品据以创造的发现之社会心理学因素。这一章我们转入研究那构成发现过程之社会的、心理学的因素，以便能理解创造产品的快慢和在给定时间可能创造的产品的种类。科学发现不是那些不可解释的个人天才之神秘的产物；而是部分地能加以说明的社会过程的结果，在此过程中，个人与社会都各尽其能，各司其职。[1]

1 吉尔菲兰(S.C. Gilfillan)，《发明社会学》(The Sociology of Invention, Chicago:Follett Publishing Co.,1935)；S. C. 吉尔菲兰，《船的发明》(Inventing the Ship, Chicago: Follett Publishing Co., 1935)；约瑟夫·罗斯曼(Joseph Rossman)，《发明者的心理学》(The Psychology of the Inventor, Washington, D.C.;Inventors Publishing Co.,1931)。

当然，人类成为“发明拜物教”的牺牲品并不奇怪。虽然人们总是按常识认识事物，比如，如何着手开始一项发现，但是，人类远远不如像对寻找他想发明的特殊物感兴趣那样，对寻找怎样进行发明的方法感兴趣。他们的其它目的，所谓“实用”目的，在涉及到使他们的发现与发明的经验普遍化时，显得比理论目的更重要。正像怀特海所说的，或许直到十九世纪，人类才做出了最伟大的发现，即人类“发明了发明的方法”。我们将指出，这个判断并不完全正确，因为关于发现是如何产生的这一问题我们仍有许多东西不了解，无论如何，只是到最近，才有一些人象对发现的结果一样对发现的社会过程也开始感兴趣。

我们过多地强调发现的自然产品而不是发现的社会心理学过程，还有科学方面的内在原因。比如，科学中一个严格的惯例是，发现必须以完整的理性化的形式才能发表，逻辑结构和尽可能清楚而有力的证据支持是必需的。如果不是这样，就被认为偏离了科学的主要目的——证明一项发现的理论确实性。这一惯例使科学中大量最重要的东西漏掉了，漏掉了所有的错误；漏掉了科学发现者的所有丰富的想像力，巴斯德的传记作者，生理学家莱恩·杜波斯说过，“构成科学的原材料不仅是科学家的观察、实验、计算，而且还有他们的冲动、梦想和愚蠢”；[2] 也漏掉了许多对已经作出的发现的影响，以及对周围社会其它方面的影响。如果我们想理解科学创新的现实社会过程，这些漏掉的东西都是有必要加以研究的。

在应用科学中，发明过程漏掉大量东西有其别的理由。如在工业实验室中，专利部只接受要发表的论文，明确地为了省略掉一些关于所使用方法的不必要的说明，这是为了从商业竞争者

2 R·杜波斯，《路易·巴斯德》，第374页。

手中夺走他们经常从此获得的宝贵资助。[3]更进一步说，对纯粹科学与应用科学中失败的研究事例，简单地不予报道了事，有时候为了了解科学发现中实际发生了些什么，失败与成功同样具有启发性。我们将在下面看一个简短的失败的例子，它突出显示了科学发现中想像力的作用。显然，科学中的失败是大量的，或许失败的例子比成功更多。所有这些说明，为什么只能通过实验室的实际的第一手的经验，才能体察科学方法，并最好师从于某些被称为精于"发现的艺术"的技巧的人。通过正式教学手段，可以很好地学习已经确立的科学知识，而科学的方法，或发现的"艺术"，像所有其它"艺术"一样，最好通过非正式的师徒关系的形式去掌握。波拉尼说，"名家的日常工作将会揭示出他选题的方式，选择技巧的方法，如何对新的线索和未曾预料到的困难作出反应，如何讨论其他科学家的工作，并且对永远不会实现的数以百计的可能性持怀疑态度"，这样，"至少名家的基本风格的轮廓就传递给了他的学生，这说明了为什么一般来说是名师出高徒的道理"。[4]

那么，什么叫发明或发现呢？首先，我们再次声明这个问题有二个方面，即过程与结果，这二个方面必须区分开来，否则会导致许多理解上的混乱。其次，我们把它们与思想联系在一起。照一般说法，"发明"一词用于指一架机器或其它物体；类似地，"发现"用于指一套新思想。这一用法不能接受，因为一套新思想是所有发现和发明的基础，而思想内含于其中的特定具体形

---

3 D・H・基利弗，《工业研究中的天才》，第6页。

4 M・波拉尼，《科学，信仰与社会》，第29页。关于科学家之间的紧密接触的作用的进一步资料。参见 L.英菲尔德(L. Infeld)，《探索》，第285页，这里描述了当爱因斯坦说科学家最理想的工作是当灯塔管理员时，科学家们是如何笑话他的。

式比起思想来说是不太重要的。这容易理解，当我们面对一架新机器时，我们没有“了解”它，因为我们不知道该机器据以工作的新思想；这也说明了为什么在不同社会，工具与机器意味着不同的东西，而且更进一步地说，为什么受过训练的人陪伴着新机器去讲授新思想，以便赋予新机器以新意义并且能使用新机器。

在分析时，我们把科学“发明”与科学“发现”当作一回事，因而将互换使用。于是，我们把“发明”或“发现”定义为，人类对文化遗产中已经存在的科学要素所作的富于想像力的结合的结果，结合的产物是**新颖之突现** (emergent novelty)。这个定义通过“想像力”这个词强调发明中思想的作用，表明其它文化领域中从科学创新到发现的类似性。发明来自那些构成文化遗产的各种类型的思想——关于自然、社会现象、美学与艺术现象和道德标准的思想。发明与发现不仅不限于科学领域，而且在作为一个过程时，科学发明与科学发现与其它文化领域的创新具有许多类似点，同时也有许多差异之处。比如，科学社会学家从约翰·利文斯通·洛(John Livingston Lowe)对科尔里奇(Coleridge)的诗《通向哈那多之路》的研究中，学到了很多关于人类的想像过程的东西。隐喻不同于科学想像，虽然隐喻在诗中有不同的用法。英国数学家利维说，“最终分析起来，在直接把握问题时，艺术家与科学家之间的个体努力几乎没有什么差别，缺乏想像力的人既不可能成为科学家也不可能成为艺术家。”[5]

---

5 H·利维，《科学的整体》，第195页。关于科学想象中隐喻的用法的进一步讨论，可参见埃杜德·法伯 (Eduard Farber)，“通过类比方法作出的化学发现”，《爱雪斯》(ISIS) 41 (1950)，20—26页，此文对基于类比的许多化学发现作了广泛的解释；还可参见戴维·林赛·华生(David Lindsay Watson)，《科学家是人》(Scientists are Human, London, Watts & Co., 1938)，第六章，“论形式与观念的类似性——作为精神生活与科学的基础”。

有必要澄清一些误解，这对于科学发现非常重要。我们习惯于认为，只有宏大的一套思想或非常庞大的机器，尤其是很难达到什么实际结果的机器，才称得上发现或发明。然而，占压倒多数的科学创新，却都是极富想像力的结合，在新颖性方面也只有很小的进展。发现是一个永远脱离不了社会的过程；它无数次表现出对于人类文化遗产的变化与发展作出了所有的但却不易察觉的贡献。小的科学发现基本上以与大的科学发现同样的方式产生，在某种意义上小发现并不更次要，因为它们是一类科学元素，必然被归并到大发现之中去，大创新与小创新必然紧密联系在一起。

让我们来考虑一下小发明的问题，尤其在美国这样一个对各种发明都极力赞同，给发明提供如此之多便利的社会中，作出的发明非常之多。其中许多小发明甚至没有申请专利，虽然在工业技术中这些小发明也是无价之宝。如，“丹尼森制造公司(the Dennison Manufacturing Company)，雇佣了约三千名工作人员，仅1920年一年就收到来自雇员的三千七百零一项建议，其中的百分之十五被公司采纳”。[6]这种为了发明所设立的“建议”系统，最近三十年在工业界广为流行，二次大战期间达到高潮，因为那时紧急要求充分挖掘效率与发明的源泉，以提高工业生产能力。其它类型的各种小发明在数目上比这些比较随便地产生的小发明更多，比如，仅在美国专利局就已经有了二百五十万件的专利发明，其中大部分都是小发明。举牙刷为例，在美国专利局里有近一千个关于牙刷的专利，一位研究专利问题的大

6 拉尔夫·C·爱泼斯坦(Ralph C. Epstein)，“工业发明：英雄的还是系统的?”(Industrial invention: heroic or systematic?)，《经济学季刊》，XI (1925—1926)，第241页。

学生说，"这些'发明'中绝大部分只是对把的大小与形状，或毛的数目、大小与配置的修正，总的说来，在所登记的专利中只有较少部分才有较大的技术上的重要性"。[7]

这些情况同样发生在每年发表于科学杂志和技术杂志上的大量小发现中。据报道，"1933年，伦敦科学博物馆的布拉德福德(S.C.Bradford)估计，每年会发表七十五万篇科学与技术论文，最近的估计表明，那时之后，增长率翻了一番。"[8]这是极其多产的科学的特征，如1917年至1926年第二个十年的《化学文摘索引》，用了六千六百页缩微。[9]

大部分发明和发现这样小，也就是说，这些发明和发现所包含的实现的新颖之要素这样小或模糊，以致于有时候很难甚至几乎不可能根据某种实用的目的而规定什么是一个真正的"发明"。美国专利局深受其苦，一份总结报告说道，"我们不知道'发明'意味着什么"，[10]法院和专利局试图采用多种不同的标准和定义，"人们经常单凭经验去判断，而同时却经常忽视经验方法。比如，认为仅仅是元素的加或减，仅仅是有别于组合的聚合，形式上的变化，零部件的更换；元素的被替换等，都不构成发明"。更多的肯定性检验也加以拒斥，如社会的满意程度、商业性成功，研究必需要素的数量(amount of research necessary)。"如果采用更一般的不明确的从而对实际的操作检验帮助不大

7 E·H·萨瑟兰(Edwin H. Sutherland)，《白领犯罪》(White Collar Crime, New York: The Dryden Press, 1949)，第105页。

8 诺曼·T·鲍尔(Norman T. Ball)，"研究或可用的知识：分类问题"，《科学》，105(1947)，第34页。

9 T·A·博伊德，《研究》，第78页。

10 J·C·斯蒂德曼(John C. Stedman)，"发明与公共政策"，《法律与现代问题》，XII(1947)，第664页。

的用法的话，发明则被描述为'比仅仅是机械技能的应用更多的东西'，'天才的闪光'，'不可捉摸的东西'等。事情结束之后，人们往往无可奈何、绝望地耸耸肩，并说，发明像宪法，法官说什么就是什么"。[11]

当然，法官总以一定形式为社会说话的，这是我们关于发明与发现有必要认识到的一个重要问题。这使我们认识到，发明与发现的定义中另一基本的成分是，所谓实现的新颖性必须是社会承认因而受社会奖励的。当新颖性仅由个人掌握，没有为某些社会群体所享有时，它只是私人的想像力的产物，必须通过交流并获得社会承认，才成为发明。当然在任何社会，都会存在不同的社会群体，对它们来说新颖性是有用的而且是可接受的。在高度分化的美国社会，这类群体是很多的，这也说明了为什么有这么多的发现和发明。但有些"发明"似乎对任何人都没用，甚至在专利发明中初期的"死亡率"是十分高的，许多专利仅仅对其持有者来说付出了精力，然而却从未被采用。令人惊讶的是，许多发明可被美国专利局接受而不能被任何制造公司或消费大众所接受。然而我们必须注意到，在做出对社会无用的创新与做出对社会有用的创新二种情况下，想像力或通常所称的"发明能力"，或许是一样大的。

我们已经指出过，已有的科学技术遗产对发明构成了另一种社会影响。一个发明的新颖程度通常显得比实际的要大，因为来自文化遗产的构元前件（the component antecedents）比这些构元的新的合成形式更不清晰。尤其对于外行、非专家，发

11 同上。关于可申请专利的发明的新颖性的进一步研究，参见J·H·拜尔斯(J.Harold Byers)，"专利的标准"，《科学月刊》(The Scientific Monthly)，62(1946)，第435—439页。

明只是成熟的创造物，所有缓慢的发展与进化过程都被目前的有用性与成功所掩盖了。然而，发明与发现的本质就在于先前已有的科学元素的累积，这种累积可能形成一定程度的新颖发现，但如果考虑到过去的遗产，这种新颖性或许就是相当小的。科学史家乔治·萨顿(George Sarton)说，“仔细考察一下某一发现的产生，人们会发现，它是逐渐地积累若干小发现，然后进行深入的研究，找到更多的中间形态的过程”。[12]二十世纪法国学者，夏尔特尔的伯纳德(Bernard of Chartres)说过，“与古人相比，我们是站在巨人肩上的矮子”。关于对自己工作的概括，牛顿曾说过类似的话。

于是，任何新颖性必定是一种“集体混合物”(composite collective product)，刘易斯·芒福德(Lewis Mumford)对发明就是这么说的。[13]一本科学书籍，至少由它所参考的所有其它的书和文章构成，虽然科学家们都知道，这只是关于本书重要构成的一个十分粗略的度量，对一部机器亦如此。霍布森(J. A. Hobson)曾指出，“现在的纺纱机器大概由八百项发明构成，现在的梳棉机是大约六十个专利的复合物”。[14]汽车则是一系列的发明，几千个专利的产物，幸运的是这儿没有一个专利是独占的，因为汽车工业达成了一个互相特许的协定。最伟大的混合发明之一是船，但我们通常都认为它是单一的一个发明或发现。[15]

现在，那些承认文化积淀(cultural antecedents)在发明中

---

12 乔治·萨顿，《科学史》，第16页。

13 刘易斯·芒福德，《工艺学与文明》(Technics and Civilization, New York: Harcourt, Brace and Co., 1934)，第142页。

14 J·A·霍布森，《现代资本主义的演化》，重版第79页，转引自R.C.爱泼斯坦，“工业发明”，第243页。

15 S.C.吉尔菲兰，《船的发明》。

的重要性的人，有时宣称，某个社会的文化遗产越多，发明的数目也就越大。但是，现存的文化根基只是影响发明率的社会要素之一，况且，这一声称意味着发现具有某种社会自动性，而这并不是发现本质的精确描述。尽管与常识相反，甚至牛顿和爱因斯坦都依赖于他们各自的科学前辈，而这一声称却也解释不了牛顿和爱因斯坦的发现。[16]科学进步的速度也依赖于社会中具有创造性想象力的个体的人数，文化遗产中的要素不会自发结合成新颖的发现，文化遗产只是使发明成为可能，而不是必然。稍后我们就详细讨论个体及其想像力在科学发现中的作用。

承认科学发现过程中文化积淀的重要性这一社会学观点，是对以前广泛流行的关于发明本质之观念的可贵转变。这种旧观念可称为发明的“英雄理论”(the heroic theory of invention)，蔓延于各种关于科学的自由读物之中，这种观点强调发明者的怪异天才，而不承认社会本身对发明作出的贡献。[17]如十八世纪，据报道，L医院的侯爵(the Marquis de L' Hopital)曾严肃地问牛顿是否像其他凡人一样吃，睡。这种英雄理论最合谄媚式传记的简单性和流行的神话，尤其是民族沙文主义热衷者的口味。比如，历史上有几个人几乎在同一时期“发明”了汽轮，美国人会从历史教科书中读到是富尔顿(Fulton)发明的；英国人会从自己的教科书中发现是自己的同胞赛明顿(Symington)

---

16 关于牛顿，见H·巴特菲尔德《起源》，第136页；关于爱因斯坦，见刘易斯·德布罗意，“阿尔伯特·爱因斯坦的科学工作概况”，载于P.A.希尔普(Schilpp)编的《阿尔伯特·爱因斯坦：哲学家与科学家》(Albert Einstein, Philosopher-Scientist, Evanston, Ill.: Library of Living Philosophers, 1949)，第114页。

17 整个十九世纪关于发明的“英雄”观点，见萨缪尔·斯迈尔斯(Samuel Smiles)，《发明者的生活》。

发明的；而法国人则在中学就学到了朱弗罗伊（Jouffroy）是汽轮的真正发明者的知识。当然，英雄理论现在不像过去那样普遍，虽然俄国人最近在大国荣耀利益指引下一直在复兴英雄理论。如他们的宣传员（如果不是科学家的话）正是极力争取发明无线电、飞机、蒸汽机和盘尼西林的优先权呢！[18]

我们刚说过有几个人几乎在同一时间“发明”了汽轮，这并非特例，这种现象称为“独立多重发现”（independent multiple invention）。实际上，发明社会学的学生近几年都注意到了这一现象，也就是说，二个或多个人几乎在同一时间做出了同样的发现，而不知道有其它地方也在做出这项发现或已经做出了发现。这一事实成了关于发现的社会学理论的主要证据之一。这是科学史和技术史上多次重复的东西，以后仍会出现这种现象，理由将简述于后，先看一看历史上的一些例子。

社会学家威廉·F·奥格本（William F. Ogburn），也许第一位列出一系列独立多重发现的案例。[19] 通过对最近几个世纪以来的天文学、数学、化学、物理学、电学、生理学、生物学、心理学的历史和实用机械发明的广泛搜猎，奥格本找到了一百四十八例独立多重发现，这恐怕还不是三十年前的一张多重发现的完整单子，而那时以来又出现了一些新案例。下例十四项只是奥格本单子中的一小部分，但至少显示了他收入的发现案例是相当广泛的：

海王星的发现　　　　亚当斯（Adams，1845）
和勒维烈（Leverrier，

18　埃里克·艾什比，《苏联的科学家》，第196页及随后各页。

19　W·F·奥格本，《社会变迁》（Social Change，New York：B. W. Huebsch，1922），第90—122页。

	1845)
对　数	伯金(Burgi,1620)和内皮尔·布里格斯(Napier Briggs,1614)
微积分	牛顿(Newton,1671)和莱布尼兹(Leibniz,1676)
氧气的发现	席勒(Scheele, 1774)和普里斯特利(Priestley,1774)
分子理论	安培(Ampere,1814)和阿佛加德罗(Avogadro,1811)
摄影术	达格尔—尼培(Daguerre-Niepe,1839)和塔尔博特(Talbot,1839)
气体分子运动论	克劳胥斯(Clausius,1850)和兰金(Rankine,1850)
热功当量	迈耶(Mayer,1842)、卡诺(Carnot,1830)、赛古恩(Seguin, 1839)和焦耳(Joule,1840)
电　报	亨利(Henry,1831)、莫尔斯(Morse,1837)、库克—惠特斯通(Coo-

	ke-Wheatstone, 1837）和斯坦海尔(Steiheil, 1837)
电动机	达尔·内格罗(Dal Negro, 1830)、亨利(Henry, 1831)、鲍邦泽 (Bourbonze) 和麦高利 (McGawley, 1835)
微生物与发酵、腐烂的关系	拉图尔(Latour, 1837)和施旺 (Schwann, 1837)
遗传定律	孟德尔(Mendel, 1865)、德弗里斯(De Vries)、科雷斯(Correns, 1900)和奇尔马克(Tschermak, 1900)
气　球	蒙哥菲尔(Montgolfier, 1783) 和里滕豪斯—霍普金斯(Rittenhouse—Hopkins, 1783)
飞行器	赖特 (Wright, 1895—1901)、兰利 (Langley, 1893—1897)和其他人
收割机	赫西(Hussey , 1833)和

麦考密克(McCor-
mick,1834)

简单提一下其它领域的情况。医学史上独立多重发明也很频繁[20]。而最近的一个例子发生在无线电脉冲技术用于探测飞行物和轮船中,这种技术在美国和英国都叫雷达,该技术“似乎几乎同时地被美国、英格兰、法国和德国的科学家认识到”,这是一位研究美国在第二次大战期间的科学发展情况的历史学家得出的结论。[21] 最后,我们来看看专利档案的情况,据美国专利局的记录表明,每年都有成千上万的发明属于重新被发明的(re-invented)。[22] 有时候同一发明有时间差异,而有许多发明是几乎同时由住在不同地方彼此互不熟悉的人做出的,因此经常产生决定谁是发明者的困难,因而也就经常求助于专利章程中被称作“干涉”的方法,它是设计出来专门为了命名优先发明者的一种法律听证法(a legal hearing)。仅 1920—1930 这一时期,估计在所有专利申请中有百分之四属于独立多重发明。[23]最近一个关于这个问题的讨论说,“同时发明如此经常,以致于几乎成为毫无疑问的事物”。[24]

如果从独立多重发现的频繁出现推断出太多的东西,可能

---

20 伯恩哈德·J·斯特恩(Bernhard J. Stern),《医学进步的社会因素》(Social Factors in Medical Progress, New York: Columbia University Press, 1927)。

21 J.P.巴克斯塔,《努力的科学家》,第139页。

22 J·罗斯曼,《发明者的心理》,第八章。

23 同上,第132页。

24 兰斯洛特·劳·怀特(Lancelot Law Whyte),“同时发现”,载于《哈珀杂志》(Harper's Magazine)1950年2月,第25页。

会产生错误。独立多重发现这一现象并没有证明一种极端的社会学决定论观点，它把科学发现看作是由历史过程的非人格运动所自动抛出的一些产物；相反，这一现象倒表明，科学知识及其方法实体在任何给定时刻，都是相对结构化的，因而在内部发生的事并非完全随机。由于已有的科学理论与知识结构，使新颖性的形成具有很大的选择性，当然这一结构并非完全自动地演变的，它还要受社会的其它部分(如第二章和其它地方所见)，如价值、宗教、经济和政治因素的影响。[25]在下一章将更详细地研究社会对发现与发明的影响。另一方面，科学知识实体的确也有固有的相对自主性，自主性与社会影响的同时作用，产生了多种发现，发现者的活动部分受已有科学遗产的导引，部分由他们的创造性想像力所支配。

这里有必要提醒一下，对于社会对科学发现的影响作标语式的描述是无济于事的。如"发明必定合乎时代需要"，"发明的时机成熟了"，或"社会需要产生发明"等。这些陈述不明确，他们是在乞讨我们想要回答的问题，比如我们知道，"社会需要"并不总是产生发明，因为许多"社会需要"已经存在而且继续存在着，却没有招致相适应的发明。北美印第安像现代美国一样"需要"煤和汽车，但他们没有必需的科学基础，更不用说其它条件，来产生这些发现。今天，我们"需要"治癌和许多其它东西，但仅仅"需要"并不能实现我们的愿望。

---

25 关于社会对发明的影响的另一些研究，见 W.R.麦克劳林，《无线电工业的发明与创新》；西·乔赛亚·斯坦普，《现代生活的经济因素》(Some Economic Factors in Modern life, London, P.S. King and Son, 1929)；A.L.克罗伯，《人类学》新版(Anthropology, new ed., New York: Harcourt, Brace and Co., 1948)，第十一章，对发明史上许多不同的社会因素相互作用的情况作了研究，克罗伯涉及的一些发明是铣床、机械钟、摄影术、电话、零的概念和火活塞。

无论个体的功能与特定问题如何受社会条件的支配，个体在科学研究中仍然起着主动积极的作用。这种研究活动，由于通常报道科学发现时的那种非人格的、完满主义的方式而被抹杀掉了，善于沉思的科学家总是注意发现活动过程中那活生生的方面。[26]自然界不会很容易地屈服于那些为了理解自然界各部分的关系而已经形成的概念框架，科学家总是充分利用已有的概念框架，并且总是不断地向自然界发出疑问，以求发现各部分间的新的关系。科学中的疑问总是不清楚的，而且并不是对每个科学家都是理所当然的。成功的科学发现者总是利用R.杜波斯所说的“先行观念”(anticipatory idea)的方法，也就是说科学家自己先构造一个问题，然后交付实验检验。只是在实验过程中，科学家才遵循被动地观察到的实验结果，如果实验结果与建立在“先行观念”或假设基础上的预期不一致，那么他就作出另一个预期，形成另一个假设交付实验检验。克劳德·伯纳德说，“经常发生不成功的实验产生杰出的观察的情况，因而，没有不成功的实验”。[27]

在这些研究的全过程，个体研究者必须尽其所能发挥创造性想像力，以洞察已有理论与知识要素之间的新的重要的联系，只有依靠想像力去构造假设，才能实现新颖性，科学发现也就产生了。想像力在科学发现中的地位，尤其在浮现于有创造力之脑海的“洞察力之闪烁”(the flash of insight)中明显地显示出来。一个最著名的例子是直觉中的“顿悟”(sudden flash)，

---

26 有关这个问题的经典描述参见，克劳德·伯纳德，《实验医学研究导论》，尤其注意L.J.亨德森所作的引言。还可参见，莱恩·杜波斯，《路易·巴斯德》，第十三章。

27 克劳德·伯纳德，《实验医学研究导论》，第155页。

达尔文在一封给同事的信中提到这一点，正是依靠这种顿悟，1844年进化论首次浮现于他的脑际。许多其他科学家也列举了他们那种"突然预感"、"洞察力之闪烁"、对从未见过的可能关系之"直觉"的经验。[28]有机化学结构式的创始人、苯环结构的发现者、伟大化学家凯库勒(Kekule)说到了这方面的问题，他说，"先生们，让我们学会做梦，或许真理就在梦中"。凯库勒所用的"做梦"是文字上的借喻，确实有许多科学家是在睡觉时获得奇妙的思想。然而，这种对新"整体"的突然把握，并非轻而易举地获得，它来自科学家长期沉溺于某些问题之后的瞬间。

科学发现过程中想像力的作用还可从所谓的"机遇类型"(the serendipity pattern)中清楚地看出。生理学家W.B.坎农把"机遇"定义为"发现未曾预料到的某一想法的证据，或出乎意料地发现了不是正在寻求的新客体或新关系的巧妙幸运的才能或运气"。[29] 坎农在其科学自传中告诉我们，"在近五十年的科学实验生涯中，有几次我交上了机遇的好运"，[30]如他的交感神经系的重要发现，就应归功于好运气。关于"机遇类型"的出现，与独立多重发现的出现一样，近来受到许多实际从事研究工作的科学家(practicing scientists)和那些研究科学家之科学活动的学者的广泛注意。从这方面可以说，出现了独立多重发现的另

---

28 有关这方面大量例子参见，W.普拉特(Platt)与R.A.贝克(Baker)，"科学'预感'与研究的关系"，《化学教育杂志》，VIII(1931)，1969—2002页；雅克·哈达马德(Zacques Hadamard)，《数学领域的发现心理学》(The Psychology of invention in the Mathematical Field, Princeton: Princeton University Press, 1945)。

29 W.B.坎农，《一位研究者的道路》，第68页。

30 同上，第74页。

一方面的案例，这一次是关于科学发现过程的本质。[31]下面是一些有代表性的案例：伽伐尼（Galvani）发现电流；克劳德·伯纳德发现动物的糖原生成作用；伦琴（Roentgen）发现X-射线；查尔斯·里奇特（Charles Richet）发现过敏症；亚历山大·弗莱明（Alexander Fleming）发现盘尼西林的抗菌作用；巴斯德在免疫和结晶结构方面的工作；威廉·博蒙特（William Beaumont）对消化过程的研究；达姆（Dam）发现维生素K；古德伊尔（Goodyear）发明硫化橡胶；诺贝尔（Nobel）发明火药；珀金首先合成苯胺染料。欧内斯特·马赫（Ernst Mach）早在1896就列出了许多这类例子，他说，“这之后还有首次揭示电磁现象；格林马迪（Grimaldi）观察到干涉现象；阿拉贡（Arago）发现在手提箱中振动的磁针有一种牵制作用；福科（Foucault）观察到一根在转动车床上旋转的棒偶然地受到撞击时振动平面的稳定性；梅耶（Mayer）观察到静脉血在热带地区红色加深；基尔霍夫（Kirchhoff）观察到太阳光谱经过钠灯后D-谱线域扩大；舍恩贝内（Schönbein）从空气由于受到电火花击穿而发射的含磷气味中发现了臭氧；等等。所有这些事实（其中许多无疑是在受到注意

31 见克劳德·伯纳德，《实验医学研究导论》，第三部分第Ⅰ章；W.B.坎农，《一位研究者的道路》，第六章，“来自机遇的收获”；E·马赫，“论发明与发现中偶然性的作用”，《一元论者》（The Monist），6（1896），161—175页；莱恩·杜波斯，《路易·巴斯德》，第91—92页，106页；J.B.康南特，《论理解科学》（On Understanding science），第65页及以后各页，“机遇发现的作用”；I·伯纳德·科恩（Cohen），《科学，人类的仆人》（Science, Servant of Man, Boston, Little, Brown and Co., 1948），第三章；T.A.博伊德，《研究》，第九章，“偶然性”；J·罗斯曼，《发明者的心理》，第七章；富兰克林·C·麦克莱恩（Franklin C.McLean），“幸运的偶然性”，《科学月刊》，53（1941），61—70页；P.布里奇曼，《一位物理学家的反省》；约翰·R·贝克（John R.Baker），《科学生活》（The Scientific Life, London, George Allen and Unwin, 1942），第四、五章；R.K.默顿，《社会理论与社会结构》，第98—102，375，376—377页，列举了社会科学中的案例。

前已看见过好多次了)，只是由偶然性导致重大发现的一些例子，并为科学研究时应集中注意力(strained attention)这一论点提供了光辉的论证”。[32]

同时，正如马赫指出的，我们可以说，看见(seeing)与注意(noticing)之间的区别充分说明了个体创造性想像力的重要性。这些“意料不到”的偶然事件的出现被其他科学**被动地**看到了，然而却只被发现者**主动地**注意到。这些意外事件被主动注意到，说明科学家长时期仔细地研究了他的问题并作好了一定的准备，如果他能创造某些“先行观念”，那就可能抓住“意料不到”的事件。巴斯德很久前就对机遇的必要条件作过经典阐述，他说，机遇只偏爱有准备的头脑。当然，即使假说已构造出来，发现却还没有完成，还剩下用实验去证实或否决预期的关系。我们说“或否决”，那是因为肯定有许多我们称之为“负机遇”的例子，一些感觉到的事物之间的**显然**联系，在付诸实验检验时却得不到支持。

在科学史上经常发生这样的事，当一个发现由于“机遇”而作出时，其他一些科学家会猛然回忆起他们以前曾看见过的事情。工业科学家F·R·比乔斯基经历过一次，他的想像力没有抓住机遇呈送于他的好机会。[33] 他报告说，“那还是1912—1913年的事，当时，氩、氖、氪和氙的发现者西·威廉·拉姆齐(Sir William Ramsey)在波士顿洛厄尔学院前演讲。我帮助准备这次演讲的实验表演”。拉姆齐是个杰出的演讲家，他花了三至四次讲演这些惰性气体的发现，配合实验表演。他说，他命名氖意指新；命名氩意指懒惰；命名氪意指藏而不露；命名氙意指怪异。他告

32 E.马赫，《论偶然性的作用》，第168页。

33 F.R.比乔斯基，《工业研究》，第44页。

诉我们他是如何尝试把这些气体与其它物质相结合的，然而给我们留下的却是无用的科学好奇心，因为事实上不能结合。在最后一讲，他说，"你们当中有些人可能会问，我们怎么肯定这些气体是纯物质而不是混合物，我可以证明这一点。所有纯物质都有这样的特征，当它电离放电时，放出自己特有的光"。然后，他给一系列玻璃管子通上电，每一只管都放出颜色截然不同的微弱的辉光。他接着说，"在不同的放电条件下，这些颜色会加深"，然后他在线路上接上电容器，氖管立即闪烁着鲜艳的桔红色光。比乔斯基说，"这是非常明显的"，"我们当时都欢呼雀跃，然后各自回家了。五百人左右的听讲者中没有一人认识到我们所看到的氖的第一次信号，只是在几年之后，克劳德也观察到同一实验，然而却认识到它的商业重要性"。[34]

机遇类型只是强调了一个对于理解科学具有头等重要性的一般事实。当人们通过个体研究者的职业生涯来看待科学发现的过程，而不是就把它看作一系列非人格的事件序列时，科学发现的进程就不会显得必然地沿着某些特殊方向前进，那种认为发明的社会过程是自动的观点恰恰就是这样主张的。回过头来再看巴斯德的发现，我们感到巴斯德的发现过程有一定的逻辑，但是这种逻辑，正像杜波斯所说，"不是不可避免的。巴斯德的生涯也许遵循许多方向，虽然每一个方向都具有逻辑性，并且与那个时代的科学相容"。杜波斯自己的职业生涯就刚好能说明这些其它的道路可能会怎样。[35]社会对科学的影响使个体研究者

---

34 同上。也可见第45页，描述了比乔斯基是如何又失去一次发明机会的。我们选用了比乔斯基在氖问题上的过失，主要是因为这类想象力上的"失败"，很少如此清晰而详尽地正式报道的。

35 R.杜波斯，《路易·巴斯德》，第377页及随后各页；还可见他所谓的科学的

只有有限的几条道路可供选择，但是他们仍有选择性，他们不会沿着既定的轨道滑行。

基于上述认识，我们或许能更清楚地理解前已提到的怀特海的警句的意义，“十九世纪最伟大的发明是发明之方法的发明”。我们没有过多地去按我们所完全理解和完全控制的方式去发明发现的过程，像我们已经为更多地产生发明而创造了许多条件那样。我们有大批大学科学家、政府科学家和工业研究人员，他们都在致力于发现；他们具有想像力，有日益强有力的实验设备和广泛的概念框架，用试错法（trial-and-error methods）取代经验；另外，我们还有积极支持科学创新之发展与使用的社会。由于拥有这些条件，发明与发现的社会过程必将以人类历史上前所未有的方式兴隆昌盛。

“非逻辑”进展，P.W.布里奇曼，“对科学史的一个冒失的反思”，载于《科学哲学》17（1950），第69页及随后各页。

第十章　科学的社会控制

科学具有广泛而深入的社会影响，这句话现在已成了口头禅。它之所以成为一句口头禅，是因为至少自原子弹爆炸以来，我们中的每一个人都意识到基本事实就是如此。不再有什么东西能掩盖这个事实。但是，这不意谓着这基本上是一个新的事实。在所有的社会中，理性知识和科学，及其更直接的应用，总是有重要的社会影响。它们总是对社会的其他部分有其影响，如同它们本身受这些其他部分的影响一样。我们在第二章已经看到，这种常常存在的科学与社会其余部分之间的相互影响，对于我们的理解是一个基本的主题。然而，在最近三百年中，随着基于普遍的、系统的概念框架的高度发达的科学不断地涌现出发现与发明，科学之社会影响的速度和力量一直以几何级数倍增。由此，一个旧的事实具有了新的重要意义，它甚至似乎完全变成了一个新事实。

在过去，科学的许多社会影响一直是间接的而不是直接的；它们只是通过其他的社会因素而不是科学本身发挥作用。例如，在最近的几百年期间，许多科学的影响是以在工业与新技术中新的社会安排的形式发生的。由于科学的作用是间接的，许多人完全没有意识到它们的最终来源，或者因为社会变迁没有给他们带来不利影响而可能忽略掉科学。在现代社会中，科学对不同群体的影响并不是等同的，例如，对产业工人的影响与对中产

阶级中领年金人的影响是不同的。前者通常是过分地甘受对他们生活的直接影响，以致不去进一步寻根问底；后者则感觉不到必须自我意识到这种如此稳定的对于他们的益处。当然，少数人，社会理论家和社会活动家，确实看到了科学对社会的某些特殊的影响，也看到科学的新力量的一般重要意义。但是，他们关于即将到来的科学盛世的预言，或者他们关于科学之可怕的社会后果的警告，大部分没有受到公众的注意，甚至对于科学家比对其他人来说更是如此。尽管如此，盲目的时代过去了。没有人再忽视科学对于美国和世界社会之现状与未来的意义了。

所有这些都提出以一种新的方式对科学进行社会控制的问题。为什么人们寻求理解这个奇妙的现代事物(他们有时认为，该事物只是有点损害了他们而不是帮助他们)，这就是原因之一。某些人在科学中看到解决所有困扰我们的麻烦的办法，而另一些人则在科学中看到邪恶的最大来源。一方面人们在谈论“科学的挫折”和“对于制订科学计划的需要”，另一方面人们要求“暂停发明与发现”。科学对于我们中的许多人已变成了一种“社会问题”，就象贫困和少年犯罪一样，人们想要“解决一下这个问题”。

我们要干什么？当然，我们将什么也做不好，除非我们真的确实理解科学及其社会影响的本质。在前面的几章中，我们一直试图获得对这种事情的某种初步的理解；现在，在本章中，我们想把我们已经谈到过的某些事情与科学的社会控制这个问题联系起来。这个事情做为一个整体实际上包含几个不同的问题，在这里我们将考察这些问题中某几个，看一看对于科学的这个方面，也就是说，对于做为一种社会问题的科学（人们对此有强烈的道义感情，而且他们对此可能采取急进的行动)，我们知道些

什么。科学的社会后果是不可避免和不可控制的吗？科学的影响怎样已经受到了社会之其他部分的控制？什么是如某些人们所称呼的在现代社会中对科学的“抵制”？自科学确实具有不同的影响以来，如同我们已经说过的那样，它对哪些群体有有利的影响，对哪些群体有不利的影响？我们是否可以说科学对某一给定的社会群体总是只具有不利的或只具有有利的影响呢？我们能够预计发明和发现，并因而控制我们可以预见的影响吗？如果我们限制科学的影响，我们有可能抑制科学或使之遭受挫折吗？在我们所真切拥护的几种社会价值之中，科学只是其中之一。科学对我们其他的社会价值有什么影响？科学与这些其他价值中的某些——即某些人文主义价值——之间必定存在永久的冲突吗？不得不涉及其活动产生的社会问题的科学家本身有什么“社会责任”呢？科学能够以使之只具有我们想要的东西这样一种方式被“计划”吗？科学能够完全被“计划”吗？

这样一些问题非常多，对于其中的任何一个问题，都没有最后的答案，对于这些问题所描述的社会问题也没有绝对的解决办法。在本章中，我们将以三节稍微谈一谈这些问题：A.科学的社会影响；B.科学的社会责任；以及C.科学可以被“计划”吗？

A.科学的社会影响

在人类社会中，社会变迁只是一个程度的问题。不管某些社会与其他社会相比似乎多么稳定，所有这些社会都经历持续的变化。某些这样的变迁是一个社会外部事情的结果，像其他的社会或者物质环境方面发生的某些事情；某些变迁是内部变

化的一种后果，像文化价值、知识或者社会本身的社会安排方面发生的某些事情。在现代工业社会中，尤其是在美国社会中，社会变迁不仅是连续的，而且其速度也极快。某些变迁产生于外部环境，诸如在民族之中出现一种伟大的新力量或者发现一种有价值的自然资源这样一些事情。但是，在现代社会的大部分变迁，现在是在其自身内部性质中所固有的，是在工业社会本身运行之基本条件中所固有的。当我们说我们生活在一个"动态的社会"中时，这一点是基本的事实。

在现代社会中，社会变迁之主要内部来源之一，是科学及其在工业和社会技术中的大量应用。由于我们对科学的支持，由于我们为那些想从事科学的人提供了如此大量的机会，一直有一种基本的和连续的动态因素被引入到我们社会的核心，这种因素必定会源源不断地产生无止境的社会后果，既有"好"的也有"坏"的。例如，让我们注意一下在科学家们自己的态度中反映的这个事实的基础，他们或者比我们中的其他人只是稍微更强烈地感觉到这一点。下列问题是在《幸福》杂志的一项民意测验中向一个科学家的代表性群体提出来的："你是否相信，一位科学家应该（1）抑制一项发现，当据信这项发现会产生弊大于利的结果时；或者（2）绝不抑制一项发现，而让它由人类的道德判断力来决定其最后的使用。"百分之七十八的大学科学家，百分之八十一的政府科学家和百分之七十八的工业科学家回答道，他们"绝不会抑制"发现，无论它有什么后果。[1]

在人类社会中，我们面临一种新的条件。简单的事实是，我们必须学会适应社会变迁，因为我们高度评价的是在其他方面

---

1 《幸福》杂志（Fortune Magazine），"科学家们"。

不能引起变迁而不是引起变迁的那些事情。当然，我们可以要么深思熟虑地要么不知不觉地决定，我们不喜欢如此之多的变化和科学之连续的社会后果。我们确实这样决定，那么我们必须切断靠近其根源的变迁；我们必须比我们现在更多地抑制科学。然而，我们不可能既要有科学又要有完全的社会稳定。而且，大大抑制科学，对于一个很不相同的社会，是会有代价的。因为不仅我们的价值赞成科学，而且我们所有的社会安排是与科学之成功地发挥作用整合在一起的，就像我们在第三章和其他地方已经指出的那样。没有科学及其应用，一个工业社会就不再能够保持并增加其财富或力量。一位杰出的经济学家指出，"我们的整个经济适应着一种快速的变化，适应着一种膨胀中的跌落或者称为衰退。"[2]今天，我们对衰退的恐惧不像对战争的恐惧那样厉害，我们的力量和科学上的下降可能会意谓着战争，就像以前意谓着衰退那样。我们不能以任何绝对的方式来抑制科学及其后果，免得我们在一个动态的世界——科学在其中是稳定以及变迁的主要动因——致命地削弱我们社会的生存能力。

我们一直在谈论的不断变化的过程，是马克斯·韦伯在他关于现代世界中"合理化过程"的讨论所提及的一部分。[3]韦伯所考虑的不只是直接来自自然科学的变化，而且还有来自社会科学的变化，以及来自在我们社会中理性思想与行动的整个分门别类的结构与应用的变化。我们已经说过，科学在我们的社会中独立于整个社会所持的批判理性的价值。科学的合理性仅仅

2 萨姆纳·斯利克特(Sumner H. Slichter)，"科学的某些经济后果"，《年鉴》(The Annals)，249(1947)，第105页。

3 塔尔科特·帕森斯，《社会学理论随笔，纯粹的和应用的》(Essays in Sociological Theory, Pure and Applied, Glencoe, Ill.; The Free Press, 1949)，第266、268页。

是我们的这种价值之最明显的工具，仅仅是社会影响之最丰富的源泉。但是，理性，无论表现在什么地方，对产生变化和破坏已有的社会秩序具有同样的影响。因此，社会不稳定是我们为理性的建制化所付出的代价。

社会不稳定及其后果不是可以轻视的某种事情。令人不会奇怪的是，它们应该是面对一般的理性和特殊的科学时矛盾心理的根源，在我们的社会中，这种矛盾心理似乎是普遍的，尽管通常是潜在的。“合理化过程”的产物在社会中不具有单一的影响，而是对于不同的群体有不同的影响。我们中的所有人都喜欢理性的某些表现而不喜欢另一些表现的，都喜欢科学的某些产物而不喜欢另一些产物。随着这些事情带来的变化，我们中的所有人有时表现得更不牢靠，有时则不太牢靠。对于社会的每一个成员，长期有效的惯例和既得的利益多次受到“合理化过程”的冲击和摧毁。无疑，敌意和不安感觉的结果通常是由我们中所有人也都经历过的科学之有利的影响所平衡甚至超过。但是，在我们中每一位身上都依然存在矛盾心理的残余。而且，正是这种残余，同某些人所持的对于“合理化过程”的较强烈的敌意一起，一直被现代世界的鼓吹者和发号施令者所调动。他们及其追随者看到，资本主义、布尔什维主义和科学一样是“合理化过程”的有害后果。难怪当希特勒想使德国人抱成一团时，他似乎能使许许多多德国人理解他。当他把犹太人当作资本主义、布尔什维主义和科学这三者背后之某种东西的象征并且当作其相随后果的替罪羊时，希特勒甚至也似乎得到了理解。

我们在这里正发展着的对于科学本质及其不可避免的社会影响的分析，或许将允许我们用一种新的见地来看社会变迁的“技术理论”。这种理论在一些社会科学家之中是一种强烈的时

翯，它认为总是在社会的其余部分产生变迁的正是技术上的变迁。维布伦以最精辟的警句阐述了这个理论，他曾经说，“发明是需要之母”。[4] 我们现在可以看到，变迁的技术理论探讨得远远不够。如果人们不想把社会变迁的源泉追溯到比做为科学产物的技术创新更远的地方，那么这种理论的确认为，这些创新是变迁的一个重要来源。但是在技术和社会创新的背后隐藏着最初的来源，即科学本身，科学是动态的，这是由于科学的本质，以及它不仅不断产生新的概念框架，而且也不断产生以技术发明的形式应用这些框架的新的可能性。

当然，就可能的观点而言，技术变迁的理论并不断言技术是社会变化的唯一来源。同样道理，说科学是社会变迁的唯一来源也是不对的。我们已经多次看到，科学和技术与社会之其他的重要部分是处于互动状态的，因而它们有时是应变量，有时是自变量。这并不意谓我们总是必须通过所有的分枝来追溯一系列的社会影响。为了某些目的，停留在某个中间的点也许就足够了。但是为了其他的目的则不够；例如，如果我们想要维持技术本身的涌现的话。无论停留在什么地方，遭到忽视的变量是众所周知的；对于未知的变量，它们以不可控的方式具有一种发挥其影响的途径。

科学和技术同其他社会因素的相互依赖，在那些明确地或暗含地接受了变迁的技术理论的人所谓的存在对发现与发明之“抵制”中，可以轻而易举地看到。[5] 当科学和技术产生的创新可

---

4 特霍斯坦·维布伦，《手艺的天才》(The Instinct of Workmanship, New York: The Macmillan Co., 1914)，第314页。关于这个理论之最发达的陈述及其最必然的结果，“文化滞后”的理论，也可参见W.F.奥格本，《社会变迁》。

5 伯恩哈德·J·斯特恩(Bernhard J. Stern)，“对采用技术发明的抵制”，载

能会导致在社会其他部分的变迁时，这些科学发现就不总是自动地被付诸使用。从技术理论的观点出发，这种使用创新的失败似乎同抵制一个强有力的、将不可避免地走上正轨的社会机构是一样的。但是，当我们考虑到科学和技术对社会的部分依赖，当我们考虑到社会的组成因素怎样处于互动状态时，我们看到，这些"抵制"也可以被视为其他社会因素比科学和技术更具有相对自主性的指示迹象。因此，就像我们可能会预料的那些，对创新的"抵制"发生在所有的社会之中，并不只是在我们自己的社会之中，因为总是存在某种集团，对它来说，一种特殊的发现在没有得到最佳利用和最糟糕的情况下有一种明显的损害危险。

B.J.斯特恩教授，一直是关于"抵制"发明这个问题的第一流的研究者，他给出了关于某些例子的一个长长的、典型的清单。他说，"这些抵制不是例外，而是对于创新之反应的一般特征。铁路、汽车、市内有轨电车、汽船、铁制舰艇、螺旋桨、潜艇、飞机、打字机、电报、电话、电传、蒸汽机、柴油机、气灯、白炽灯、交流电、钢铁与纺织品制造中的重要工艺、纺织机器、铁犁、机械的耕耘机器、拖拉机、轧花机和机械棉花采摘机——这些是但只是少部对现代生活发挥了重要作用的创新，但它们都遭到了不同程度的反对。"[6] 这份清单之长或许应该提醒我们，许多许多事情正在被一勺烩，而分别看来它们可能会更有利可图。我们必须把

《技术趋势与国家政策》(Technological Trends and National Policy, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1937)；以及文森特·希思·怀特尼(Vincent Heath Whitney)，"对创新的抵制：原子能的案例"，《美国社会学杂志》(American Journal of Sociology), LVI(1950), 第247—254页。

6 伯恩哈德·J·斯特恩，"对利用发明的抵制"，《年鉴》，200 (1938)，11月号，第14页。

"抵制"这个术语翻译成"与其他社会因素互动"这个短语，以便我们能够从这些其他的因素中找出某些东西，并且看一看它们对科学发现和发明有什么影响。为了这个目的，让我们只详细地考察一下这样四种因素：一个运转中的社会的需要，某些道德的和人道主义的价值，已有商业企业的经济利益，以及产业工人在其工作中的社会经济利益。

现代社会组织的基本特点之一就是标准化的模式，这种模式在机器技术中最完整地得到表现，但它也存在于社会技术之中。在我们的社会中，大规模的工业生产方式的许多益处凝聚在这种模式之中，因而某些可能会形成更大标准化的创新非常受欢迎。[7] 但是，一旦标准化以某种特殊的方式得到建立，其他的创新就非常不受欢迎。就是说，标准化具有双重的重要意义，一开始鼓励科学发明，以后就成为科学发明的制动器。例如，让我们举一个我们铁路系统的例子。在某地可能有大约一千亿美元投资于美国的铁路系统。但是，更多的问题，在资本投资之外的更多问题是，美国铁路本身是一个运转中的社会组织，它的运行有赖于标准化的轨距、标准化的信号、标准化的坑道间隙、标准化的车辆以及其他各种整齐划一的设备。做为一个运转中的社会系统，它们可以独立于美国社会。那么，如果是这种情况，可以在一条钢缆上横跨深渊的、时速一百五十英里的单轨列车也许在速度和效率上会优于现有的铁路，但是它们会大大使一个正在运转中的体系发生混乱。综合起来的不利之处足以抑制这种特殊的技术发明的引入，尤其是在把投入资本之可能的损失一起考虑时。在所有的社会，特别是在所有的工业社会——

7 R.S.弗兰德斯(Flanders)，《大西洋月刊》(The Atlantic Monthly)，1951年1月号。

资本主义的、共产主义的或其他的——中，这种情况将以大大小小的规模发生多次。因此，在所有社会中，甚至在共产主义社会中，对于改变已经同正在运转中的社会系统之生气勃勃的运行相契合的标准化设备，必定存在着"抵制"。

科学史包含大量由于在某些道德和人文主义价值上的既得利益而反对创新的例子。例如，对于人之躯体神圣性有某种道德信仰的人们，反对尸体解剖和尸体检查，直至进入十九世纪，他们的反对对于生物科学和医学的进步是相当大的阻碍。马萨诸塞州是第一个通过立法使尸体解剖合法化的讲英语的社区。这发生在1831年。直到下一年，1832年，英国才使这项操作合法化。在此之前，医生和科学家只能非法地获得所谓"无主人"("sack-'em-up" men)的尸体。大多数美国人直到南北战争以后才声称可以使解剖合法化。[8] 在十九世纪后半叶，那种反对科学解剖的道德与情感的同一性质的东西是反动物活体解剖论。当然，这后一种人依然是少数，但他们在某些国家的影响足以要求医学科学家们时时积极地同这些人进行斗争，以免他们成功地使反动物活体解剖论被制定成法律。[9] 所有这些对于生物科学的进步来说是一种时间的浪费，但幸运的是，它仍然只不过是一件麻烦事，而不是一种真正的威胁。还存在着一类对科学及其影响的更一般的道德反对。例如，因为其人文主义价值被他所认为的现代技术之有害的社会影响所烦扰，里彭的毕晓普 (the

---

8 理查德·H·什洛克，《现代医学的发展》(The Development of Modern Medicine, Philadelphia: The University of Penna. Press, 1936)，第三章。也可参见R.H.什洛克，《美国的医学研究》(American Medical Research, New York: The Commonwealth Fund, 1947)。

9 A.C.艾维 (Ivy)，"在医学实验中使用人体的历史和伦理学"，《科学》，108 (1948)，第1—5页。

Bishop of Ripon）在英国科学促进协会1927年召开的一次会议上提出"暂禁发明"。人们又一次听到了这样的建议，这次是在三十年代大萧条期间的美国国会上，但是它们绝不可能得到足够的支持以明确为实际的立法提案。无论它们有什么人道主义的或其他道德的根源，这样一些政策在一个工业社会中是对最后绝望的一项非常明显的忠告。只有在一个乌托邦中，对发明的绝对禁止才是可以想见的。至少，萨谬尔·巴特勒就是这样构造了他的《埃瑞洪》(Erewhon)[10]，它禁止任何可能会打断社会稳定性的创新。然而，文学中的乌托邦并不必须正面对付其绝对的社会选择所带来的实际后果。

过去人们常断言，在现代工业社会中，对科学的最大"阻碍"包括由于资本主义的财政或制造的利益，特别是寻求发展或维持一种垄断而压制科学。[11]关于这一假设的对发明的压制，证据是不成问题的事实，即许许多多工业企业拥有大量专利，而并不加以利用。一直拥有某些这样的专利可能确实有损于一般的公众福利。但是，现在证据似乎相当清楚了，在这些未被利用的专利中，很少只是由于狭隘的、自私的利益而遭到抑制的。[12]在上

---

10 《埃瑞洪》：十九世纪英国小说家S·巴特勒所著小说。他通过描述在一个想像中的国家里历史悠久的旅游习俗，对现代生活与思想进行了嘲讽。这个国家(Erewhon)如倒拚则为"nohwere"，意为"乌有乡"。这预示着作者对永恒进步所抱幻想的破灭。——译者

11 B.J.斯特恩，"抵制"，第16—22页。关于那些赞成皇家垄断专有权的早期资本主义者对发明的反对的讨论，参见G.N.克拉克，"早期资本主义与发明"，《经济史评论》(Economic History Review)，VI(1936)，第149—153页。

12 弗兰克·约瑟夫·科特克(Frank Joseph Kottke)，《电子技术及公共利益》(Electrical Technology and the Public Interest, Washington, D.C.: American Council on Public Affairs, 1944)，特别是第58、63页。也可参见W.R.麦克洛林(Maclaurin)，《在无线电工业中的发明与创新》(Invention and Innovation

一章中我们已经看到，在所有专利中，只有一小部分曾经得到付诸利用。正是公司的预防性惯例使它们从事研究，就它们开发的任何事情取得专利，无论是好的还是坏的。但是，在通用机器公司所拥有的专利中，例如，只有百分之一弱被证明是有用的。或者，让我们举另一个例子，绝大多数英格索尔一兰德公司的专利从未得到过使用。[13]许多专利是非常陈旧的，它们直到一种更好的设备能够制造出来并获得专利后才是有用的。某些专利之所以未能使用，是因为相应技术的发展不够；因而它们在这样一种希望中被把握着，即它们所需的其他事情即将在研究中出现。我们已经说过，许多已经获得专利的装置和技术对于它们潜在的购买公众来说是不可接受的。而且，或许最重要的是，假设任何发现和发明都有某种内在经济性的东西，这是不明智的。某种发明对社会的利益弱于已经存在的满足同种目的的现有设备。或者，如果在利益上是同等的，那么一种新设备的成本可能使之经济性更差。[14]英国经济学家斯坦普爵士说，成本和逐渐过时的因素"不能被拐带走"。无论一个社会多么赞同科学创新，无论该社会是资本主义的还是社会主义的，它必须计算科学所提供

---

in the Radio Industry)；以及 W.R.麦克洛林，"专利与技术进步：关于电视的一项研究"，《政治经济杂志》(The Journal of Political Economy)，LVIII(1950)，第142—157页。

13 威廉·B·贝内特 (William B. Bennett)，《美国的专利制度：一种经济学的说明》(The American Patent System, An Economic Interpretation, Baton Rouge: Louisiana State University Press, 1943)，第188页。

14 关于有关发明的成本与逐渐过时的经济问题的论述，参见乔赛亚·斯坦普爵士(Sir Josiah Stamp)，《社会调整的科学》(The Science of Social Adjustment, London: Macmillan and Co., 1937)，第34页脚注；以及耶鲁·布洛岑 (Yale Brozen)，《技术变迁的社会意义》(Social Implications of Technological Change, 油印品，可以从社会科学研究理事会处获得，New York, 1950)，第五、六章。

的新产品的经济成本和社会成本。一位研究这个问题的学者说，"'抑制专利'不只是专利的事情。它更基本地是与变化着的金钱与社会的成本有关。"[15]

最后一个我们想要认为的做为"抵制"科学及其应用的社会因素，是在现代社会中产业工人总是具有的恐惧，他们害怕新的机器会导致他们的技术失业。因为他们在工业体系中的地位相对比较脆弱，所以他经常抱怨那些一直有利于资本家集团而且也可能有利于整个社会的技术创新的最直接有害的结果。工人对工业中技术创新和社会创新的反对被斯宾格勒称为"员工对其命运的哗变。"[16]当然，长期以来，这就是产业工人的命运。近三、四世纪的历史包括一系列这样的例子，其中担心总有一天会技术失业的工人们反对把新机器引入他们的工作岗位。[17]例如，戴维·里卡多（David Ricardo）不认为他们的担心是完全错误的。他说："劳动阶级所认为的机器的使用常常有损于他们的利益这个意见，并不是基于偏见和谬误，而是同政治经济的正确原则是一致的。"[18]

---

15 亚历山大·摩罗（Alexander Morrow），"对专利的抑制"，《美国学者》(The American Scholar)，14(1945)，第219页。

16 奥斯沃德·斯宾格勒（Oswald Spengler），《人与技术》(Man and Technics, New York: A.A.Knopf, 1932)，第198页。

17 关于在十七和十八世纪早期的例子，参见G.N.克拉克，"早期资本主义与发明"，和维拉德·L·霍普(Willard L. Thorp)，"工业的演化与劳动组织"，载杰斯·E·霍恩顿（Jess E. Thornton）编辑的《科学与社会变迁》（Science and Social Change, Washington D.C.: The Bookings Institution, 1939）。关于近来的例子，参见伊丽莎白·贝克（Elizabeth Baker），《人被机器代替：技术变化在商业印刷业中的影响》（Displacement of Men by Machines: Effects of Technological Change in Commercial Printing, New York, 1933）。

18 麦库洛克(J.R.McCulloch)编辑的《戴维·里卡多的工作》(Works of David Ricardo, London, 1846)，第239页。关于在更近期的研究中的进一步证据，参

这并不是说，“抵制”新机器或新的工作工艺在工人之中是绝对的。随着工人自己感觉受到未来可能性之威胁的多寡，这种抵制有所不同。当然，在他们熟悉历史以及资本主义企业形式的制度压力——即推动不断的技术创新的压力——的范围内，工人们将受制于一种普遍的(如果是潜在的)恐惧，即担心换工作是一种经常性的危险。没有理由相信工人们不知道这样的事情。例如，没有理由相信工人们对于将由少数人管理的“自动化”工厂的可能性一无所知。经理们可能会通过大众传播媒介更快、更清楚地知道这些事情，工会以及在工人们自己之中的非正式消息传播以类似的方式服务于工人，如果这种方式比像《幸福》杂志这样的管理期刊更低级的话。[19]因此，产业工人使用的各种各样精巧的设备保护他们的职位不受太多太迅速的创新的冲击。所有使得“抑制产出”成为可能的技术(当从这个角度来看时)，对于那些在工业社会中只有体力可以出卖的工人们来说，都具有有用的作用。因为在我们的社会中，职业具有关键的重要意义，所以劳力替代对于受到影响的个人来说是实质性的

见伊万·克拉格和库柏(Ewan Clague and W.J.Couper)的《由于两个工厂停工被替代下来的产业工人的再调整》(The Readjustment of Industrid Workers Displaced by Two Plant Shutdowns,New Haven:Yale University Press,1934)；戴维·温特洛布(David Weintraub)，“失业与生产率的增长”，载美国国家资源委员会，《技术趋势与国家政策》(Technological Trends and National Policy,Washington, D.C.:Government Printing Office, 1937)；以及纳珊·贝尔佛(Nathan Belfer)，“节省资本的发明的意义”，《社会研究》(Social Research), 16(1949)，第353-365页。

19 关于“自动化工厂”，参见《幸福》杂志，“自动化工厂”，34(1946)，11月号，第160页脚注，以及利弗和布朗(E. W. Leaver and J.J. Brown)，“无人机器”，《幸福》杂志，34(1946)，11月号，第165页脚注。

社会替代。[20]因此，硬说工人们反对机器和其他组织创新的是职业替代的临时机构。[21]

现在可以说，技术失业工人所遭受的经济和社会的损害是暂时的和短期的。科学技术**在长期**是对社会有利的，在长期它们会创造更多的就业机会和更高水平的一般生活水准，但是关于这一点的一般的和非个人的知识，即使有时提供给技术失业工人，也不能使他们遭到的损害减缓多少。斯坦普爵士1936年在英国科学促进协会的主席就职演讲中说："所有这些好处'在长期看来'确实是存在的，但是人必须生活在'短期'，而且在任何既定的时刻都可能存在这样一种对'短期'失调的夸大，以至造成真正的社会困难"，在当时技术失业的问题比现在要紧迫得多。在现代社会中，产业工人没有他自己的资本，能像工业企业那样长期维持他自己的生计。他整个一生的生活要靠他现在收入的剩余来维持，因此他必须生活在短期。在最近一段时间，各种形式的"社会化资本"有助于他维持生计。现在，政府和贸易联盟的失业保险资金可以帮助工人克服由技术的或其他种类的失业所引起的短期困难。在这样一种情境下，现代产业工人可能能够承受在其工作环境中更频繁的创新。否则，他可能把他的敌意转向那些是其痛苦之有形来源的机器，就像路德分子在十

---

20 参见E·怀特·拜克（E. Wight Bakke），《没有工作的市民》（Citizens Without Work, New Haven:Yale University Press,1940），以及E·怀特·拜克，《失业的工人》（The Unemployed Worker, New Haven:Yale University Press, 1940）。

21 参见埃列奥特·邓拉普·史密斯（Elliott Dunlap Smith），《技术与劳动力》（Technology and Labor），关于节省劳力的发明和节省劳力的管理技术对棉纺织工业中工人的影响的研究。也可参见罗伯特·K·默顿，"机器、工人和工程师"，《科学》，105（1947），第79—84页，关于机器对默顿所谓的"职业的社会分解"的影响。

九世纪初的英国所做的那样，或者他可能转向在科学本身中的更遥远的来源。

因此，这些就是几种同科学创新互动的社会因素，并且在某种意义上对科学的影响有所控制。那些把这种互动说成是“抵制”的言论暗指科学过多地受到了控制或者受到那些错误事情的控制。但是，在现代时代的其他人则感觉到科学一直没有受到足够的控制。里彭的毕晓普所呼吁的“暂禁发明”大概只是这种感觉的一种强烈的表述。关于对科学的控制，还有另外一种观点。这种观点就是，只要我们可以预言重要科学发现的出现，并且预计它们的社会后果，科学就可以比现在受到更多的控制。科学可以以它所希望的方式来利用科学。根据这个观点，一些社会科学家非常认真地试图预言科学的进程及其后果。[22]

在考虑就科学发现做出特殊的预言这个问题之前，我们笼统地谈谈预言。因为一个社会的若干部分是以我们可以知道的明确方式相联的，所以对社会生活的预言是有可能的，这一点是我们理解科学的社会方面之整个努力的前提。预言是在某种特殊的经验社会环境下关于这些确定关系中某些关系的陈述。当我们在我们的下一章中讨论社会科学时，我们将更多地谈论预

22 在这项工作中，威廉·F·奥格本一直是领袖，并且是一位对一群其他的人起鼓舞作用的人。在美国国家资源委员会的《技术趋势与国家政策》一书中可以找到这个群体的主要声明。关于对这本书所做预言的批评，参见S.利莱，“预言可以变成一门科学吗？”《发现》，1946年11月号，第336—340页，在这篇文章中他说，“明确肯定的成功的比例不很高——当然没有高到足以在做出社会政治决策中是非常有用的。”也可参见W.F.奥格本，“国家政策与技术”，载美国国家资源委员会《技术趋势与国家政策》和W.F.奥格本的《航空的社会影响》(The Social Effects of Aviation, Boston: Houghton Mifflin Co., 1946)。参见吉尔菲兰(S.C. Gilfillan)，“发明的预言”，载美国国家资源委员会的《技术趋势与国家政策》，该文说明预言发明之企图的长期的前历史。

言这种可能性。这里我们只是想陈述我们的假设，以便我们即将对于就科学之进程做出特定预言的已有尝试进行的批评，不被认为是在原则上对预言进行的一种批评。表明这些在预言上的早期努力为什么一直不适宜，是合乎需要的，这只是为了继续讨论那些不仅是关于科学之影响而且是关于所有社会生活的更科学的预言。

让我们首先考虑一下预言科学发现的问题，我们在上一章中就此问题的言论应该对我们有所帮助。在做为真正新事物的特殊发现与发明的范围内，当然不可能对于这些新事物是否或什么时候出现有绝对确定的预言。这一点只是重复科学的进步是无法绝对确定的。可以说，创新是科学家和发明者们自己对可能会发生的事情所做的成功预言的实例。如果除发明者以外的其他什么人可以预言某个特定的新事物，那么他自己也就会成为发明者了。例如，《技术趋势与国家政策》一书，"在预言某些即将来临的比较根本的发明上，甚至在关注它们的可能性上，存在着一些令人惊讶的失败。例如，在航空交通部门，对喷气发动机和直升飞机没有予以注意，尽管这两者那时都处于活跃的试验阶段，而且当时的结果好得足以至少引起非常仔细的考察。"[23] 虽然如此，因为新事物在相当大的程度上是科学遗产的一种产物，所以大概预言从科学知识之已有结构中派生出来的某些产物是有可能的。例如，在1920年预言科学很有可能会在某一天发现怎样把一种元素嬗变成另一种元素并且因此释放原子能，这是有可能的。正是在那时，丹尼尔·索迪爵士说，"无论是需要几年还是几个世纪，人工嬗变和获得能量的供应终将实现，这

23　S.利莱，"预言能变成一门科学吗？"

种能量供应就像燃料超过牲畜能量那样大大地超过燃料的能量供应。"[24] 或者，让我们谈谈更近期的事情，现在预言在光合作用领域很有可能有重要发现是有可能的。在这个方面，化学家法林顿·丹尼尔斯已经说过，"现在，沿着几条不同的路线，正相当迅速地积累着相当一些基本事实，它们将会迅速使我们对于光合作用的理解豁然开朗。"[25] 英国科学家萨谬尔·利莱，在考虑发现的预言是否可能成为一门完整的科学时说："预言者的教训是：不预言个别发明的细节——这通常是浪费时间。把精力集中在两件事上：第一，对现在趋势的外推（例如，已有的汽油驱动陆地运输的进一步发展……）；第二，预言状态，这将变得有可能成功。"[26] 当索迪和丹尼尔斯以像"无论是需要几年还是几个世纪"和"将会迅速使我们豁然开朗"这样的短语来限定他们的预言时，他们两人都同意这一建议。

只要考虑预言的第二个问题，即预测某些特定发现的社会后果，就会出现两个新困难。第一个是在大量存在于任何时期的短暂的新事物——它们很有可能得到发展或具有重要的社会后果——之中存在的检验的困难。这个困难一直是被提及的，但只是在斯特恩教授那里消失了，他自己在《技术趋势与国家政策》一书中是预言家之一。他说，"发明的编年史被创新挤满，它们起初做为划时代的成就而受到欢呼，然后逐渐变成零。"[27] 甚

---

24 弗雷德里克·索迪(Frederick Soddy)，《科学与生活》(Science and Life, New York: E.P. Dutton and Co., 1920)，第35页。

25 法林顿·丹尼尔斯(Farrington Daniels)，"科学做为一种社会影响"，载R.C.斯多福(Stauffer) 编的《科学与文明》(Science and Civilization, Madison, University of Wisconsin Press, 1949)，第166页。

26 S.利莱，"预言能变成一门科学吗？"

27 美国国家资源委员会，《技术趋势与国家政策》，第61页。

至很难知道它们已经出现过。没有一个科学家能够成为所有科学领域甚至是一个完整的科学“领域”（例如像物理学或化学这样的大领域）的专家，足以知道所有最近的重要发现。不可能想像生物学家会知道发生在化学知识前沿上的事，物理学家对生物学领域中类似的事也不甚了了。检验并报告在科学之不同领域的重要新事物最好必须由完整的一群机敏的专家来执行。可是，即使是这样一个群体也会有其局限性。因为科学家同其他人是一样的，尽管在这方面或许弱一些，但他们倾向于对他们密切注意的那些发现的重要意义和潜在后果抱有热情。在专家的圈子中，每一位专家都会因为他把他自己与其他专家联系的“训练有素的能力不够”而丧失洞察力，科学家们不可避免地会有夸大他们自己的技术专业的倾向。

即使在一项创新已经发展到明显将有深入的社会影响的地步时，在预言上也仍存在第二种困难。例如，就像奥格本教授已经尝试过的那样，在预言飞机——一项明显的重要发明——的社会影响时，存在着许多困难。[28]我们可以以一种相当不确定的方式随着他说，飞机将有重要的社会后果，但是对这些后果将是什么做出确定的和有用的陈述，是不可能走得很远的。为什么会这样呢？这是因为飞机的发展及其使用同许许多多不同的社会因素有关，我们不能假定这些因素将保持不变，就像考虑影响美国出生率趋势的不同社会因素时我们可以假定的那样。我们可以把后一项趋势外推，因为有关的社会因素是恒定的，即使我们不完全知道这些因素，但是对于飞机我们不能做同样的事情，因为在增加或阻止其使用的社会因素中有巨大的差

---

28 W.F.奥格本，《航空的社会影响》。

异。[29]如果飞机的作用与社会条件的反应使得另外的发展进程有更大的范围，那么不可预计的“阻力”就有更大的活动余地。

然而，这并不是说发展的进程完全是不确定的，只是说它的确定性较弱，在社会生活中，有很少的趋势远比像人口趋势这样的事情是我们能够预测的。的确，即使对于人口增长，我们所掌握的确定性程度也是相对的。让我们举另一个重要的例子，即原子能的例子。纽曼和米勒在他们关于原子能的书中说：“众所共认的是，最博学的核科学家和关于核物理科学的未来发展及这种发展之社会、政治和经济影响的最具有洞察力的社会科学家，他们的预言能力并不惊人。内阁特别委员会的成员很少但却笼统地（注：非常不确定的陈述）在起草法案上帮助他们，以面对新的技术时代以及在社会制度上可能的革命性变化。证词所提供的分析对妨碍变化之本质的揭示，与判定这些变化将要到来以及将具有重要性的断言相差无几。”[30]显然，我们还没有对于那些将影响整个社会的重要发现做出长期预测的能力。但是，我们还可以做其他重要的事情。我们依然可以采纳比较适度的目标，来利用我们做出**一系列短期预测**所必须具有的知识，或许我们因此可以建立起我们的知识，以便我们可以最终使预言的范围不断扩展。让我们注意：这并不是一种令人失望的劝告，而是一种建议，它对于有用地预言发现与发明的社会后果的可能性持审慎的悲观主义，处在我们知识的这个阶段，这一点对我们

---

29 在这一方面，著名的利莱评论道：“当然，为什么《技术趋势》在其预言上失败，主要原因在于它没有预见到‘三十年代’的萧条会转变成‘四十年代’早期的战争，以及战争会大大地降低延缓因素的影响”，载S.利莱，“预言能变成一门科学吗？”

30 纽曼与米勒(J.R. Newman and B. S. Miller)，《对原子能的控制》(The Control of Atomic Energy)，第5页。

是最有帮助的。

在这方面，我们必须注意到社会预言的特殊特征，它将使我们都更加倾向于做短期预测而不是长期预测。正是社会生活之特殊的条件，就是说，做为物质与生物环境的对立面，使得预言本身变成了影响科学创新的发展与后果的互动着的社会条件系列的一部分。因此，关于某种发现将有某种特定影响的预言实际上可能会刺激对那种影响的认识。如果是这样，它就是所谓的"自我期望的预言"("self-fulfilling prophecy")。[31]或者，与此相反，对某种影响的预言可能会刺激一些"障碍"，以减慢其实现，甚至完全同化之。社会预言的这种效果一直被称为"自杀性预言"("suicidal prophecy")。当然，并非所有的预言在社会过程都有同等效力。某些在改变历史进程中可能会成为主要的因素。例如，据说马克思主义的预言就具有这样的重要意义，这些预言可能已经阻止了革命，至少在德国和英国，马克思曾预言革命会在这两个国家突然爆发。大多数社会预言在与其他社会条件的互动中，影响的程度似乎要低得多。然而，因为预言本身有这两种不同的后果，所以在社会生活中做出连续的短期预测方面，我们确实做得更好一些。因此，我们只能不断地评价存在着的新环境，因为它不仅与以前的存在因素互动，而且与预言本身互动。

到这一点，我们刚刚谈到同对科学及其社会影响的进一步控制有关的事情。现在，我们不得不来考虑一群科学家，他们认为科学在现代世界，特别是在资本主义世界中，一直受到过多的控制。这一群体就是所谓的"科学人文主义者"，他们抱怨"科

31　R.K.默顿，《社会理论与社会结构》，第七章。

学的挫折”。[32]这个群体的成员大多数由英国科学家组成，其中许多是相当著名的，但也有一些美国人持同样的态度。[33]“科学人文主义者”，主要是那些做为科学家的哲学家，渴望更好地通过所有科学的手段和可能性来体验人性。他们直接了解科学改善社会的实际与潜在的力量，他们知道这一点，并且想使对这种力量的认识最大化。但是在追求这一理想（这一直是许多其他科学家共同具有的理想）的过程中，他们倾向于把科学本身做为一种价值而绝对化，或者他们至少忽略了科学同一个社会的许多其他需要和价值的相互依赖性。[34]“科学人文主义者”把所有对科学与发明之充分潜力的阻滞都视为弊病。尤其自他们成为社会主义者以来，他们把这些阻滞视为资本主义的弊病。他们没有看到，在我们的社会，许多对科学的“阻滞”是来自资本主义经济利益以外的其他事情，就像我们刚刚提出的。他们没有看到，在所有社会中都不可避免地会存在对科学的阻滞，因为科学在几个重要的社会目标之中永远只能是其中之一，因此它必须同这些其他的目标分享可以获得的人与物资的社会资源。不能假定在社会主义社会中不会存在对科学的阻滞，尽管这种

---

32 弗雷德里克·索迪爵士(Sir Frederick Soddy)等人，《科学的挫折》(The Frustration of Science, New York:W.W.Norton & Co.,1935)。J.B.贝尔纳，该群体的领袖之一，在他的《科学的社会功能》(第XV页)中说："科学的挫折是一件痛苦的事情。"这本书，特别是在第六章，是该群体观点的一个有代表性的声明。

33 例如，参见T.施旺·哈丁(T.Swann Harding)，《科学的堕落》(The Pegradation of Science,New York: Farrar & Rinehart,1931)。

34 关于专家们使他们的专业理想绝对化的普遍趋势，参见F.A.冯·哈耶克的《通向奴役之路》(The Road to Serfdom, Chicago: The University of Chicago Press,1944)，第53页。冯·哈耶克说，"在我们的专家中，几乎任何一个技术理想都可以在一个相对短暂的时间内得到实现，如果实现这些理想形成的是人性的唯一目标的话。"关于这一点，也可参见乔塞亚·斯坦普《社会调整的科学》，第50页。

阻滞也许有可能比在资本主义社会中要少。但是这种可能性不能被视为必然性，就像某些"科学人文主义者"在近几年中从他们以前的理想——苏联——中已经了解到的那样。当然，迄今为止，"自由的"资本主义社会已经为科学的进步提供了一种令人难忘的有利社会环境。

除了这些，"科学人文主义"提出的科学观，是一种我们在现代世界中不太具有的科学观，至少是相当最近一段时间才具有，是一种断言其活动的"精神性"以及对科学的"挫折"的科学家们的观点。我们社会的一个很大的错觉，是认为科学完全是一种精神活动，科学家们自己曾经同外行人一样持这种观点。但是在"科学人文主义"那里，我们看到了我们在前面的第四章中强调过的东西，即科学建立在一系列确定的精神价值的基础上，这些价值最初是与"自由"社会之整体的价值相联系的。因此，在经常被提到的科学与其他社会价值的"冲突"中，"恰恰不是科学和道德在冲突，而是科学的道德与日常行为的道德在冲突。"[35] 当然，这种冲突是存在的，而且不可能只由良好的愿望解释清楚。的确，对于这种冲突的存在有更多的理由，因为科学的确是在其本身的精神价值中产生的，而不是产生于一系列临时原则，这些原则在面临来自其他社会因素的反对时也许会更容易屈服。我们已经看到，科学的社会后果之一是其批判理性对其他社会活动的传统道德的挑战。在某种程度上，这种后果不是故意的，它是科学精神的直接表现，如果这种精神是完全得到坚持的，它必定会得到表现。这是精神的本性。科学的精神与其他社会伦理之间的这种非故意的冲突，是我们社会的一种内在的特征。

---

35 戴维斯(K. Davis)，《人类社会》，第438页。

但是这种冲突在某种程度上是可以避免的。有非常之多的科学家不承认其他价值在我们社会中的重要性，他们那些外行兄弟也许比他们更甚。一种明确的实证主义偏见的被害者如此之多，确实，他们甚至否定科学本身是建立在这些价值之上。这种偏见有时使他们不正确地假定科学的方法是一种人类判断之充分的、唯一无二的形式。与十九世纪末相比，我们现在已经更无疑地看到这不是正确的。如同我们在第三章曾经试图表明的，我们看到做为一个整体的社会是建立在一系列道德价值之上的，而科学总是在这些价值的范围之内发挥作用。这些社会价值提出某些非经验的问题，即意义、邪恶、正义和拯救的问题，只关心经验问题的科学是不能对这些问题给出答案的。在面对竞争性伦理时，科学的热情在对所有伦理进行某种衡量时是一种普遍的特征。如果这个事实被理解，那么如果不是全部，我们也可以避免所引起的某些道德冲突。

B.科学的社会责任

因为我们对科学的社会后果的认识不断增加，所以最近在所有方面都已经出现了对于我们所谈到的科学的"社会责任"的关心的扩大与加强。在科学家们自己当中，当然，特别是在核物理学家们（他们看到他们自己最明显地与原子弹有紧密的联系）之中，这种增长了的关心最明显。李·杜布里奇（Lee DuBridge）是我们早些时候曾提到过的，在战争期间任加利福尼亚技术研究院主席和麻省理工学院的放射实验室主任，他因此成为一名在其同事中广为人熟知的科学家，他近来谈到了他们态度

的改变。他说："我想，战争的最后结果是，今天的科学家比战前略微更情愿做为市民而发挥他们的作用。"然而，在这一普遍的态度变化之中，不同科学家的特殊反应有所不同。所持观点至少已经有了三种类型，做为一种对科学的社会责任的分析，没有一类观点是相当令人满意的，但是每一类观点都揭示了科学的某种特点，这些特点应该包括在一种更确当的陈述之中。

一种为许多科学家所持的观点是，他们对于他们的发现与发明的后果具有某种一般种类的社会责任，因而从一种更精确地确定这种社会责任的观点出发，他们马上就有责任来重新考虑他们在社会中的地位。这种观点由一个我们在第五章中曾提到过的组织——原子科学家联盟——以其最有组织的和最活跃的形式表达出来。阅读并编辑《原子科学家通报》的科学家们也持这种观点，他们中的许多人是原子科学家联盟的成员。持这一立场的科学家们已经做出了非常热心和非常有益的尝试，试图向普通公众澄清新的利用原子能之可能性（例如，氢弹）的重要意义。他们的意见和警告做为由科学家们站在一种特殊的立场做出的权威性评论，已经广泛发表在报纸上，以使公众摆脱偏见。

另一种反应是相当明确地承认对于科学之社会后果的总责任，并且试图阻滞其中某些最令人憎恶的后果。持这种他们对社会负有道义责任的极端观点的科学家似乎很少。最著名的例子是诺伯特·维纳教授，他公开宣布他不打算发表任何"可能会在一些无责任感的军事家手中造成伤害的"未来的工作。[36] 许多科学家也公开批评维纳持这一立场，说他的行动完全是不现实

36 诺伯特·维纳（Norbet Wiener），"一位科学家的反叛"，《大西洋月刊》(The Atlantic Monthly)，179(1947)，第46页。

的，即使他的打算完全是善意的。[37] 对维纳的批评正确地指出，要实现他的目的，他就不得不完全停止他的科学工作，因为他不可能预见到他的成果的使用会是什么。实际上，他的工作对于美国军事已经有了相当大的用处，既有间接的，也有直接的。

第三种反应表达的是愤恨，既有科学家们自己对出其不意地承担太多的社会责任的不满，也有对外行人把这样的责任强加给科学家的不满。1946年诺贝尔物理学奖金获得者帕西·布里奇曼教授，长期以来一直关心科学的社会责任，他是持这种观点的最著名的科学家。在一篇关于这个问题的一般性文章中，他痛切地谈到"科学家对于社会利用他们的发现负责的神话"，而且他尖锐地劝告科学家们别承担"轻率强加的责任，这种承担对于我来说有过多的让步的味道，并且也是缺乏自重的。"[38] 布里奇曼教授不是象牙塔中的居住者，因此他的言论在科学家们当中传达着巨大的道德力量。他在科学界不是一个回避道德责任的人，当他在1939年发表他的"声明"时，他已经拨开疑雾表明了这一点，他把所有极权主义国家的科学家挡在其实验室门外，因为他正在做的发现会对那些国家的军事力量有直接的用处。他对科学及其在一个"自由"社会中的地位也一直全然没有积极的兴趣。

那么，科学的社会责任是什么呢？一位科学家应该感到由这三种观点中任何一种所表达的他的道德责任吗？我们在能够试图回答这些问题之前，必须回顾一下我们已经讨论过的科学

---

37 路易斯·N·里德诺(Louis N. Ridenour)，"科学家为和平而战"，《大西洋月刊》(The Atlantic Monthly)，179(1947)，第80—83页。

38 布里奇曼(P. W. Bridgeman)，"科学方法对于科学发现得到利用的目的，能明确多远呢？"

的某些特征。

我们必须回顾的第一个特征是我们刚刚说过的，即科学的社会后果是不可避免的，因为科学在我们的社会中具有独特的强有力地位，所以它将不断地与社会的其他部分互动，既对于良好的事情也对于糟糕的事情。简言之，同科学打交道有时是很困难的，有时是令人高兴的，我们只能靠学会稍微更适当地应付科学的社会后果来做到这一点。我们已经看到，这个问题是一个“社会问题”，一种社会安排和社会价值的问题，靠自然科学无论在什么程度上都不可能有解决办法。正是这种“社会问题”提出了科学的社会责任这个问题。

我们必须牢记的科学之第二种特征是，我们不可能在总体上，特别是在长期预言某种科学发现将具有何种特殊的社会后果。例如，原子科学直接依赖于伦琴的X-射线的发现，然而没有人能从他的研究(大约发生于1900年)中预计其今天对于原子能会有重要意义。或者，举一个伦琴的发现的“好”后果，例如对于癌症治疗的影响。科学发现越基础，它所具有的直接与间接后果的数量很可能越多，预言其多重的好应用与坏应用就越困难。像X-射线这样的例子在科学史中不计其数。即使是那些小发现最终也有收敛性影响，当这些影响产生时是不可能被预计到的，这一点也是确实的。科学是一种累积性结构，每一位研究者为此添砖加瓦，其总体经常以某些方式被综合并且被利用，对于这些方式，任何单个的科学家个人都不可能预见到。维纳教授的观点忽略了科学的这种基本特征。

最后，我们必须记住科学在很远的范围，在某种真空中并不具有它的社会后果，科学是与社会的其余部分不断地互动以产生这些后果。拿最明显的一般状况来说，我们知道，这个或那个

政府或政党对科学的利用是不同的，在战争和在和平时期对科学的利用是不同的，在繁荣和在经济萧条时期对科学的利用也是不同的。社会因素也是确实的变量，它们时时都在同科学相互作用，因此人们只好放弃对科学的非现实态度，即认为科学之单独的影响在一相当长的时期内具有多重的原因。

或许，所有这些将澄清这一点，即无论是做为一个整体的科学家还是单独的科学家个人都不能以任何敏感直接的方式被认为是对他们的活动的社会后果负有责任。正是我们的社会的各部分的专门化和相互依赖性使得我们中的每一个人都牵连到这些社会后果中。例如，我们所有人都或多或少地牵扯到战争的责任，如果这种说法完全被认为是考察问题的一个有用的方式的话。在今天，核科学家与战争的联系只不过比社会中其他的团体似乎更直接而已。不能只把责任推给科学，就是说，社会所有成员对于社会问题和政治问题都必须承担某种程度的责任。我们现在已经看到，科学的社会后果(所谓的令人迷惑不解地)是社会和政治的问题，它们只能通过社会和政治的过程加以控制，在某种程度上它们完全可以被控制。科学家们不可能被允许在社会中抢先取得社会和政治的地位，即使他们想这样做。因为做为科学家，他们与其他人相比在这种地位上并不更加胜任，有时也并非更加不胜任。当然，由于他们所受的训练以及经验甚少，科学家们在这方面不是专家。克列孟梭 (Clemenceau) 曾经说过，战争太重要了，以至并不依赖军事。同样，科学及其后果太重要了，以至并不依赖科学家。在这两种情况下，手段对于我们的社会目的是过分重要了，以至并不完全依赖使用这些手段的专家。他们与所有对我们的社会目的负有责任的人有关。

按这种观点，如果我们可以稍微更严密地看看战争的情况，

我们中的一些人就会过分强调科学在引导战争和在阻止战争中的重要性。虽然在人类历史中，科学不断地改变战争的手段，就如同科学改变我们所有其他的社会手段一样，但是战争是一种完全脱离于它所利用的特定科学的社会实在。战争早在毒气发明以前很久就是邪恶的，在第一次世界大战刚刚结束，当人们依然在辩论科学为这场战争提供的新技术的伦理时，霍尔丹就指出了这一点。[39] 与此相类似，战争早在原子弹被设计出来以前很久就是邪恶的，假如原子弹被取缔了，那么在此之后很久战争依然会是邪恶的。英国科学家埃里克·艾什比(Eric Ashby)提醒他的同事在这方面明智些，少痛苦一切。他说："阻止战争是一个要靠政治手段来解决(如果它能完全被解决的话)的紧迫的实际问题，而不是要靠电子堂吉诃德来解决。"

如果我们同意关于科学之社会特征的这种分析，如果我们认识到它在整个社会中的地位，那么我们就可以重新以另一种方式提出我们正在这里谈论的问题。我们将不再问，科学的社会责任是什么？反之，我们问科学家能对社会的社会与政治过程做什么贡献。或者我们更一般地问，具有高度专门化和深奥知识的公民对于他的"自由"社会所负的责任是什么？因此，我们社会中某些成员所具有的专门化经验和知识不断增加，所以科学家之责任的问题是专家在"自由"工业社会中的责任这个一般问题的一部分。

当然，在一个像美国那样的民主社会之中，每一位科学家都

---

39 参见霍尔丹(J.B.S. Haldane)，《卡利尼库斯：防止化学战》(Callinicus: A Defence of Chemical Warfare, London: Kegan Paul, 1924)，以及J.B.S.霍尔丹，《代达罗斯：科学与未来》(Daedalus, or Science and the Future, New York: E.P.Dutton & Co., 1924)。

必须就他将为他在科学共同体中的成员资格所负何种责任亲自做出选择。社会责任很大程度上是一件自愿承担的道义责任问题，我们中的所有人都承担这种责任，科学家和非科学家是一样的，这就是我们社会的性质。我们的民主价值允许大量的责任告诫，但只允许少数的强制。那么，某些科学家个人，像其他的个人一样，将不感到并且确实没有感到积极参与政治过程的道义责任。当然，他们受到他们同胞公民之道德评判的约束。然而，这并不意味着民主的道德判断应该或者将永远谴责对社会不积极的科学家。由于从一个相当广泛范围的行为来看，我们确实承认，我们同胞中的一些人可以被其他强迫性的兴趣，被其他价值，而不是被直接参与政治所吸引。就是说，我们对于那种废寝忘食地关心其工作的人确实给予很多，尤其是在我们欣赏他的工作的时候。当然，不把这个特权给予(至少)某些科学家会是不公平的，因为我们把它给予了其他各类专家和专业人员。这里，我们必须再次提醒道，科学家没有特有的或唯一的社会责任。

进而言之，即使当科学家确实想积极参与社会事物而不是其科学事业时，科学家也可能会明确要求选择与他最意趣相合以及他认为他可能会最有效率的事业种类的民主权利。只有少数科学家，例如，由于其职业专业化的条件，可能对直接的政治和社会行动做出大的贡献。可是，一些人刚刚还在从事这件事，至少是在出现社会危机期间暂时从事这件事。我们已经看到，二次世界大战中的“科学政治活动家”，像康南特、布什和康普顿这样的人，怎样在政府对科学的利用上承担大量的责任。在这种直接的政治参与中，科学家处理社会问题，并有助于形成社会决策，把他专门的科学观点既做为特殊化的知识实体也做为具

有特殊特征的社会组织而带到社会决策过程中。这种直接的政治责任，无论可以承担它的科学家多么少，对于美国社会都具有巨大的重要性。

不幸的是，在美国，承担这样大的和直接的社会责任的才能，在科学家们当中不像在其他专业人员群体中更加普遍。大多数科学家局限于比此弱得多的某种事情。我们已经提到过科学家可以做出的比较有限的贡献种类之一。科学家 们 可 以 做《原子科学家通报》的编辑们所做的事，就是说，以某种表明某些可能的社会意义的观点来研究他们的主题，并且使一般公众保持对这些事情的理解。因此，科学家拥有巨大的权威性，所以可以比其他任何人更好地经常通报新发现的意义。然而，所有这种科学的意见不应该超出科学家专业能力的限制。物理学家路易斯·里德诺(Louis Ridenour)已经看到了我们在这里所谈论的这种责任的重要性。他说："今天，以原子能之普罗米修斯式的本质和科学的真正特征来教育非科学的公众是必要的。这种教育一定要做，以便所有的人都能够参与决策，他们将不得不以使战争变得不太可能这样一种方式来关心社会的组织。"[40]

那么，在这些为数不多、可以替代的、完全或者或多或少加以限制的行动上的非直接行动中，每一位科学家都必须考虑到他自己的秉性、需要和能力，为自己选择他的方向。布里奇曼教授说，社会不应该"坚持它不分青红皂白地让所有科学家关心这种问题的要求"，此时他只不过是在断言所有美国公民都具有的一种基本的民主权利。[41]

---

40 L.N. 里德诺，"科学家为和平而战"。

41 P.W. 布里奇曼，"科学方法对于科学发现得到利用的目的，能明确多远呢？"

在为科学承担任何种类的社会责任时，两种最极端的观点应该遭到拒绝，因为它们会给科学带来危险。一种是维纳教授的观点，即科学承担唯一的责任。这里的危险是，门外汉可能会相信科学家们的话，变得对科学的弊病也确信不疑，然而这种确信——即只有他们在保卫整个社会——妨碍甚至窒息科学。那些懂得其责任的有限本质的科学家们，将避免这种飞来去器效应的可能性。另一种可能会对科学产生不良影响的最极端的观点，是"象牙塔"观点，它认为科学家们只应对"纯粹科学"感兴趣，而完全不必关心他们的发现的社会后果。这种态度的危险是，社会可能会把科学家认为是一个无责任感的群体，为保护社会本身，必须反对该群体。像布里奇曼教授这样拒绝唯一责任观点之极端主义的人，必须提防被推向这个相反的极端。幸运的是，今天这两个极端观点中，无论哪一个都不为多数科学家所持。

最后或许可以提出一个更进一步的、更广泛的科学之责任。如同我们看到的，科学有责任把其方法扩展到对社会与政治过程本身的研究中。具体而言，这要求自然科学家为社会科学的发展至少要发展一种同情心。就像我们将在下一章中看到的，为什么社会科学不能向自然科学那样存在，没有内在的理由。的确，社会科学在我们的社会已经比在人类历史上以前的任何社会发展得更快。然而，在国会讨论把社会科学包括在自然科学基金之前的证词中，美国自然科学家当中某些重要领域对于现在存在的社会科学表现出很少的同情，甚至有时对于其现实可能性也表现出很少的确信。我们在第三和第四章已经看到的科学活动自身的基本价值和支持科学活动的社会的基本价值，似乎在最低程度上要求科学家们相信社会科学的可能性。在科学史中的这一点，支持对于那些如此危险地威胁科学本身之存

在的社会与政治问题进行科学分析，这属于所有科学家的社会责任。

C.科学能被"计划"吗？

科学在现代世界中的社会后果不可避免地提出了对科学进行"计划"的问题，提出了以这样一种方式——使其有利的影响最大化，使其可能造成的损害最小——来控制科学的问题。例如，我们刚才谈到过的"科学人文主义者"，不仅反对他们所称的"科学的挫折"，而且想要对科学进行"计划"，他们说，这是为了社会更加美好。在整个三十年代，他们的书籍和演讲尤其在美国是很有影响的，他们的观点似乎扫清了任何完全反对在科学中进行"计划"的观点。但是在1940年，最后，主要由米切尔·波拉尼(Michael Polanyi)教授和贝克(R.Baker)博士鼓动的另一群英国科学家(他们一直不幸)组成了自由科学协会(the Society for Freeedom in Science)，专门反对在"科学人文主义者"阵营中J.D.贝尔纳教授及其同事的观点。到1946年6月，该协会有四百五十多位会员，其中英国二百五十位，美国一百七十六位，其余分散在世界其他地方。帕西·布里奇曼教授，我们现在已经几次提到的关心科学之社会问题的人，成为该协会的非正式领袖。[42]

---

42 爱德华·A·席尔斯(Edward A. Shils)，"对计划的批评——自由科学协会"，《原子科学家通报》，3(1947)，第3页。英国"计划者"的组织所在地仍然在科学工作者协会之中，它在1949年有大约二万会员，包括工程师和技术人员以及职业科学家。参见J.D.贝尔纳《必然的自由》(The Freedom of Necessity)，第18页。

在科学家们自己当中关于“计划”的这种冲突，部分地是在我们的社会中关于社会计划的更大冲突的一个方面。我们生活在一个伟大变革的时代，因此在这段时期，人们普遍要求在人类事务中施加更多的社会控制。当然，较大的社会问题已经成为政治与意识形态大争论的焦点，成为“右派”与“左派”、“自由”与“保守”和“社会主义”与“资本主义”之间对立的焦点。在这种气氛中，“计划”科学的问题已经变得包含在更大的问题之中，科学家们经常站在更大的政治与意识形态立场上提出观点，这就不令人奇怪了。

那么，这两个问题，较大的一个和较小的一个问题，的确是以许多方式相互关联的，为了许多目的，应该一起考虑这两个问题。我们已经看到，科学与社会在其运行的整个范围内都是极其相互关联的，因此我们知道，在一个领域中的“计划”必将影响社会的其他部分。可是，这里也存在着某些重要的差别，某些事情对科学的本性有更多的抑制。我们已经看到，科学有其自身特有的一套价值，有其自身特殊类型的社会组织，有其自身独一无二的发现与发明过程。因此，“计划”科学的问题，无论有多么更加普遍的联系，都必须根据科学的特殊性质加以考虑。进而言之，因为它是一个“社会问题”，所以对于发现“计划”这个字眼实际上一直被用来指许多不同的事情而不是一件事情，我们不应该感到惊讶。把这些不同的含意分离开，并且根据某些我们一直发展到这个地步的对科学之社会方面的分析逐一考虑这些含意，这对我们来说将是有益的。我们可以相当简单地做这件事，而不去重复我们已经详细说过的东西。也许这条思路将表明，“计划”之赞同者与反对者之间的差别比他们自己有时所认为的要小，他们对于科学组织之重要的具体问题一直持相当多

的一致意见，他们发生冲突的是关于“计划”做为一个整体的更抽象的事情。

我们可以非常清楚地看到这一点，如果我们一开始就在最简单的、日常的意义上使用“计划”这个词，即完全自己确定特定的目标并且尽最大可能设计方法以实现那些目标。就这种科学中的“计划”而言，不存在多少冲突，这种尝试同能够达到已确定目标的努力，特别是那些任何人都赞同的努力，是同样合理和有效的。对于诸如由科学家个人做出的研究周期计划、由“涵括”其领域之所有专业并且相应地选择其成员的大学中的科学系做出的计划、由增加研究设施以增加其利润的工业企业做出的计划以及由为其五花八门的和公认的社会责任而利用科学的政府做出的计划这样的事情，没有多少不同意见。结果表明，在科学中最佳的这种计划是非常成功的，它的实施是基于科学之特殊本性，以及需要有长期经验的科学家-行政管理者们的智慧。我们在这里所能希望的所有事情，是在关于科学的知识上做出某种改进，以便我们在实现我们都同意的目标时能够更熟练一点，更有效率一点。贝尔纳教授说，“当然，不能认为任何种类的组织对于科学都会是适宜的。找到科学所必需的组织种类这个区区小任务本身是一个科学的问题”，[43]此时他是在谈论这种“计划”以及在我们的知识上加以改进的这种可能性。

然而，当“计划”包括科学目标的问题，而不止是或不主要意谓得到普遍赞同的目标时，就有更多的冲突。我们已经看到，科学做为一个整体具有不同的、有时是冲突的目标。对于“纯粹”科学家来说，科学活动之基本目标是扩展并改进现有的概念框

43 J.D.贝尔纳，《必然的自由》。

架。对于其他科学家以及许多非科学家来说，基本目标是现有的科学理论成功地应用于社会的工业、军事或政府组织的实际目的。简言之，既要有“纯”科学也要有“应用”科学，两者都必要，两者都具有社会合法性。但是科学中的“计划”有时想使并且有时认为只有“应用”科学才将是合法的，“纯”科学将遭到背弃。大概实际上没有人对于科学中的计划曾提出过这样一种极端的方针，然而这正是某些“计划”的更热心的倡导者似乎对某些“计划”的较热心的保卫者提出来的。自由科学协会似乎认为，这正是“科学人文主义者”所思所想的，因为该学会在一开始就首先提出了它关于科学之基本本性的五点基本立场，即“各种科学研究活动导致的知识的增长以及科学文化的维持和传播，都具有独立的和重要的人类价值。”[44] 然而，贝尔纳教授很久以前在他所有关于“计划”的谈论中说过：“任何对科学进步的计划都会是必要的，以保持基础与应用研究之间的恰当比例，并随时随刻维持两者之间的紧密联系。”[45]我们在第四章中已经看到，“纯”科学和“应用”科学都是必要的，而且也必定是相互联系的。关于这一点，所有懂得科学中社会控制的可能性的人都是同意的。

那么，在这个问题上的不一致使它本身成为一个真正的问题，即以某种切合实际的方式使稀缺的科学社会资源在两个目标之间按比例配置。那么，这就不是轻易“可以觉察到的”了，因为科学资源不是完全弹性的，不比其他种类的资源更多，而且还因为我们对这种“计划”的不了解，就像我们对它的需要一样多。许多这种计划在实施，通常是具有非正式的而不是正式的含意，当然，在战时和在其他社会危机期间，期待较多的“应用”科学和

---

44 协会发行的小册子，1944年5月。

45 J.D. 贝尔纳，《科学的社会功能》，第329页。

较少的"纯"科学的正式"计划"有很大的增长。人们在其社会目的上稍微有点差别是不可避免的，这种基本的、难以根除的差别残余是我们要做出"纯"科学**多少**和"应用"科学**多少**的选择时发生冲突的来源。如果冲突的范围变窄，而且在对于两种科学具有更普遍的一致意见的范围内使冲突合法化，那么实际的妥协就可能极其容易实现。

可替代社会目的之间的竞争，几种合乎需要的目标之间选择的必要性，是社会生活的一个基本特征。科学本身做为一种目的不可能有助于比其他社会活动更多地回避这种竞争，在这个意义上，它必须不可避免地稍微被"计划"一点。基于这一理解，科学只能靠澄清"纯"科学和"应用"科学的不同的功能，只能靠澄清各自在何种条件下可能会成功，更成功或不太成功地与其他社会目的竞争。与抵抗所有同其他社会活动的竞争以及所有由于"计划"的科学资源的配置相反，科学应该寻求使其自身目的的相对实现最大化，而不否定其他社会目标的重要意义。如果没有无限制的冲突，某些关于科学中"计划"的讨论做为一个基本的前提，那么这两件事情就可以永远走在一起，并且可能不断地走在一起。

經常使用的"计划"这个术语的另一种含意是，预言科学发现之进程的能力。例如，米切尔·波拉尼说："这里，对于科学耕耘中的个人主义，确实出现了决定性的理由。没有科学家们（无论是否是著名的）达成的一致，就不可能预测科学的进一步进步，除非是现有体系的线性延伸。靠预测来分配资源的问题因此会没有实际的科学价值。"[46] 现在我们已经认识到在科学中成

46 M.波拉尼，"个人主义的情况"，《原子科学家通报》，5（1949），第1页。

功预言的方式上有什么差异，然而波拉尼教授似乎对预测的可能性有点悲观。大学、政府、工业界和私人的基金会拨款委员会，对于科学发现之可能的进程，毕竟每天都在做着粗略的预言。当然，它们并不总是主要途径，然而他们的资金分配至少代表着在成功之可能性和在追求某一特定路线时的其他利益之间的一种平衡。或许与波拉尼教授相反，"科学人文主义者"似乎对于我们预言科学进步将在何处产生的能力有点乐观，然而在这里，在具体的水平上，对于科学的本性也会有许多一致意见。贝尔纳教授说："科学是对未知的发现，是在其非常不可预见的要素之中的发见。"[47] 虽然他说我们不知道我们将在科学中任何的下一步发现什么，但是他说，"我们必须首先知道在何处探索。某种程度的短期计划在科学研究中一直是内在固有的。"贝尔纳教授想对已经存在什么具有更多的自我意识，即这种短期的预言和计划，他大概也想把预言扩展，使之无论在什么地方都是可能的。由于这正是科学中已经发生的事情，关于科学中"计划"的这个方面，这里没有什么不可化约的冲突的基础。就像我们已经看到的，一定程度的预测，当由科学专家群体以适宜具体的术语陈述时，在科学中是完全有可能的。"计划"之坚决支持者和"自由"之坚决支持者总的来说差别不像他们认为的那样大，他们就各种每天都在科学界发生的具体预言和规划进行合作可能会非常有成效。

附带而言，对于这一点，即使是苏联人也没有被迷惑。苏联科学家、科学院主席瓦维洛夫说："当然，对'不可预料的'科学成果和发现进行计划是不可能的，但是所有真正的科学必须包括

47 J.D.贝尔纳，《科学的社会功能》，第325页。

很大比例的有根据的预期和先见之明。”例如，他说：“我们对于原子核结构的当代知识，允许我们以很大程度的自信部署许多年的工作，以做出在这个领域中要做的许多理论和实验的工作。”[48]

最后，我们开始讨论“计划”之最后一个含意，这里，那些“赞成者”和那些“反对者”之间的争论再次以过分一般的术语进行。“计划”的这种含意与适宜的科学的社会组织有关。我们在第四章以及其他地方已经看到，在科学中有各种不同的社会组织，有些在形式上是高度正式的和科层化的，有些则更加非正式。我们已经认识到，尽管正式组织的科学工作的数量在增加，但是科学做为一个整体必定只保留非正式的协调和控制。波拉尼教授及其在自由科学协会的同事所担心的，就是科学做为一个整体在某种外部政治权威之下将被官僚化地、铁板一块地组织起来这样一种前景。这就是波拉尼教授为什么对于科学的控制如此巧妙地、如此雄辩地以我们已经描述的非正式组织来争辩的原因，我们已经看到，这种非正式组织经历的是一种类型明确的科学中的慈善权威。[49] 但是，贝尔纳教授以及科学界的“计划者”似乎至少是向这种可能性开放的，就象我们已经引用过，贝尔纳教授说没有什么种类的组织“会对科学是适宜的。找到何种组织

48 瓦维洛夫(S.I. Vavilov)：《苏联科学：30年》(Soviet Science: Thirty Years, Moscow: Foreign Languages Publishing House, 1948)，第33页。总之，瓦维洛夫的这篇健全的文章，同关于科学的本性和“计划”之可能性的教条相去甚远。关于苏联科学中“计划”的具体细节，参见埃里克·艾什比，《苏联的科学》，随处可见。

49 参见米切尔·波拉尼载E.P.维格纳(Wigner)编辑的《物理科学与人类价值》(Physical Science and Human Values)中第126，129页。也可参见弗兰克·H·耐特(Frank H. Knight)，“善与知识：波拉尼教授的观点”，《伦理学》，LIX(1949)，第271—283页，对波拉尼更极端的声明做了评论。

对于科学是必须的这个区区小任务本身是一个科学的问题。"这当然是一个非常具体的任务，一个"自由"社会的所有科学家在此任务的基础上团结起来可能会是有益的。的确，如果我们把注意力更多地放在科学家们之间实际达成一致的领域，少放在他们一般的和意识形态上的差别，更多地放在科学活动的具体事物上，少放在关于像"计划"这种不明确的术语的争论上，那么整个科学中"计划"的问题就会从许多刻薄语言中摆脱出来，我们的理解就会取得相当大的进步。简言之，我们这里所需要的是更多的科学本身的方法。

第十一章　社会科学的本质与前景

至今我们一直在讨论所谓"自然科学"的社会方面，主要是物理科学与生物科学的社会方面，而只是偶而地稍微注意了一下所谓的"社会科学"，现在我们就直接研究这后一类科学的有关方面。对于那些认为自然科学与社会科学有本质区别的人来说，研究自然科学后转而研究社会科学是很"自然的"，然而非常明显，我们对此持完全不同的观点。我们基于下列假设：社会科学不仅可能，甚至从本质上讲，是与自然科学一样的。我们一直所研究的有关科学的社会组织与社会关系的经验事实，与其它种类的经验现象一样，能经受科学的研究，无论科学所应用的对象是哪一类经验材料，科学是一个统一体，因而自然科学与社会科学原则上是同一的。

以上所述对于社会科学与自然科学的下列方面同样有效：它们的理性方法、支持价值（supporting values）、社会组织方式、后果及其社会控制。但是，虽然自然科学与社会科学原则上是同一的，但它们在现代社会却明显地处于不同的发展阶段和不同的社会承认境况。这种不是基本性质上的不同、而是发展状况的差异性，正好说明我们必须区别对待社会科学。由于自然科学的许多方面对社会科学同样成立，因而在这一章我们要简略地谈谈社会科学的社会方面（social aspects of social sc-

ience)，并集中关心目前社会科学的不发达状态所带来的一些特殊问题。

针对自然科学，我们曾明确指出它应该包括哪些活动，哪些已经包括了，对于社会科学就不必作这种清楚的划分了。科学作为整体，边界是模糊的，它溶合于普通、日常的实践活动之中。分支科学彼此之间以意料不到然而富有成果的方式相互重叠、渗透。这一切在社会科学中同样存在，因而我们就用社会科学这个词来粗略地代表一组学术学科——及其实际应用，它们是经济学、政治科学、心理学、社会学和人类学。大量被称为"历史"的东西实际上与上述五门学科沿着同一方向发展，因而属于社会科学范畴。所有这些社会科学的一个基本特征是，都研究人类之间的社会关系，即研究存在于以相互归属的意义（mutually attributed meanings）为基础而不是仅仅作为自然物的人类之间的那些关系。我们并不企求使这一极其简短的定义成为一个完全的、令人满意的定义，而只是想为划分与社会科学的概念框架有关的经验事实的类，提供一个必要的一级近似的定义。我们在第一章已知道，唯一完全令人满意的关于科学的定义，是对其概念框架中的实质性理论作完全的陈述。我们目前没有必要为社会科学下这样一个定义。

我们再次指出，上述所指五门学术学科并没有穷尽那些声称其主要任务是要形成一门科学的各种活动：即企图构造更抽象、更普遍和更系统的概念框架。比如，法理学的有些部分、历史学家做的大量工作、像精神病学之类的应用性职业——所有这些以及其他研究，都直接或间接地对社会科学的基本目的作出贡献。但是我们将主要集中于这五门选定的学科，因为它们的主要努力和期望在于发展概念框架，并因而成为独立的社会

科学。这五门学科——经济学、政治科学、心理学、社会学和人类学——为我们提供了讨论社会科学（由于较不发达而区别于自然科学）的社会方面的充分机会。我们认为，有关这五门课所得出的结论，同样适用于那些亦致力于与这里所指的意义上的社会科学的目标一样的其他学术学科的日常活动。

在继续讨论进一步发展社会科学的概念框架的可能性之前，先谈一下社会科学与自然科学的关系的一些重要问题。值得注意的是，科学粗略地划分成这二类，并非像通常所假定的那样，这二类完全割裂。的确，这两类科学的概念框架是不同的，因为二者感兴趣的经验现象的特征就不同，当然，自然科学内部也存在概念框架不同的情况——如物理科学与生物科学之间——但在实践中，在实际研究专门的、具体的行为问题时，社会科学与自然科学彼此重叠，正像在研究生物化学时，生物学与化学彼此重叠并相互合作一样，因为有一些具体现象重叠，需要合作才能解决，因而，社会科学与自然科学也相互重叠，二者必须合作才能解决一些专门问题。事实上，已经有几例合作的情形，如现在日益兴起的身心医学（psychosomatic medicine）研究，这个名词就至少在一定程度上表明了自然科学与社会科学的不可分离性。身心医学的基本前提是，人类行为的有意义方面存在于与其物理的和生物的方面之直接相互作用之中。焦急和其它心理状况的效应通过一系列的生理症状如消化性溃疡、关节炎和敏感性的变态反应症等显示出来。科学的这种内在联系，使每一类科学的进步（社会科学或自然科学）在某些领域有赖于另一方的进步，支持科学的科学家和外行应该考虑这一事实的重要性，即科学（sciences）比通常所认为的更像一个统一整体。

让我们更深入地讨论一下这一问题。在一些实际社会问题中，由自然科学和社会科学所得出的结果，似乎比我们刚才所说的更容易分开，但是，即使在此情况下，双方的合作也是富有成果的，而且对于实际的成功可能是必需的。在工业与管理工程的应用科学中，作为社会科学的心理学和社会学，现在已公认为与机械工程本身同样必需。"工业理性化"运动开始于工程师F·W·泰勒、甘特(Gantt)和弗兰克·吉尔布雷斯(Frank Gilbreth)，——他们事实上比人们所认为的更像社会科学家——但运动的发展，出现了一些出身是社会科学家的领导人物，如埃尔顿·梅奥(Elton Mayo)和罗特利斯伯格(F.J. Roethlisberger)。[1] 梅奥、罗特利斯伯格与其他人一起在西部电气公司霍桑工厂(the Hawthorne Plant of the Western Electric Company)搞了一项著名研究，此研究始于灯光线路工程师企图找出光照与工作效率之间的关系，结果表明，"社会因素"是工业场所的重要组成部分。自然科学终于发现它必须把社会科学包括在内，事实上二次大战亦显示了这一事实。如，一位战时与自然科学家密切合作设计空中传播工具的心理学家说，"如果没有数学家、物理学家、工程师和心理学家的合作，空降武器的效率之实验研究就不可能成功"。[2] 现在举最后一个例子，最近越来越清楚，人口学(或这个领域常称的人口问题)中任何真正令人满意的研究，都发现社会科学与生物科学一样不可缺少，出生率和死

---

1 埃尔顿·梅奥，《工业文明中人的问题》(The Human Problems of an Industrial Civilization New York: The Macmillan Co.,1913)；F·J·罗特利斯伯格和W·J·迪克森，《管理与工人》(Management and the Worker, Cambridge: Harvard University Press, 1939)。

2 马尔科姆·G·普雷斯顿(M.G. Preston)，"关于合作研究的必要条件"，《科学哲学》(Philosophy of Science), 15(1948)，第97页。

亡率涉及到社会因素与生物因素的紧密相互作用。[3]

现在回到那个基本问题上来，即社会科学的概念框架发展成几乎等同于自然科学的概念框架的可能性问题。无论对于外行或是见多识广的专家，现在都可以看到，社会科学在力度和自主性(power and autonomy)程度方面比自然科学要低得多。见多识广的专家认识到这一点，那是因为社会科学缺乏高度发达的、受经验检验的概念框架；外行知道这一点，那是因为社会科学缺乏在他们的日常生活中曾给予深刻印象的自然科学那样的广泛的实际应用。虽然每个人都确信社会科学处于相对薄弱的状态，然而一些专家和外行在其观点上走得太远了。有些人甚至觉得社会科学不仅是暂时薄弱的问题，它根本就是不可能成为科学；另一些坚信人类行为本质上是无规则的、反复无常的和不确定的，因而社会科学原则上是妄想，它只是愚蠢的浪费时间的一种追求。

如果我们的观点与此相反，认为社会现象是确定的，因而高度发达的社会科学是可能的，那么我们如何证实这一点呢？让我们先证明第一点，采用我们在第一章更直接地谈论自然科学与理性的社会根源时的方法。不仅社会现象与自然科学研究对象一样是经验事实(empirical matters)，而且在所有社会中都有大量关于经验社会现象(empirical social phenomena)的理性知识。的确，我们可以像对待自然科学的情形那样强调下列论点，如果没有大量的关于经验社会现象的理性知识及其相应的社会技术，人类社会就不可能存在。在所有社会中，至少有不发达的关于社会的科学。举一个最粗略和一般的例子，在任何社

---

3 见K·戴维斯，《人类社会》，第五部分，有关于这方面工作的好例子。

会，人们都知道如何培养年轻一代使他们担当基本的社会义务；知道如何安排日常事务和对付应急事件；知道如何实施统治；总之，他们知道如何至少尚可地使社会事务有秩序、可预见和稳定。当然，他们还没有高度抽象的、普遍的或系统化的这方面的知识，也就是说，他们还没有高等社会科学的概念框架。但是，不能因为现在没有高等的社会科学，就意味着原则上他们就不可能有，相反，就他们总是可能沿着科学的方法获得通常的理性知识并不断使之完善这一点来说，社会科学原则上是可能的，因为它现在至少已处于一个相对较不发达的阶段。

然而，社会科学原则上是可能的这一陈述只是最低限度的主张。假定社会科学在现时代比自然科学在智识上迟钝得多，但或许这并不是我们要作的唯一比较，如果我们把社会科学在现代西方社会的发展与在其它任何地方相比，与其它任何“文明”社会相比，甚至与“原始”社会相比，那么我们将对社会科学的真实可能性采取一种较为乐观的看法。从这种社会观出发，就容易明白，社会科学在我们美国社会比其它任何地方达到了较高的发展阶段。如果我们时常看一看现在的社会科学是怎么来的，比其它社会强多少，则一个令人满意的社会科学很可能就出现在我们面前，反之，如果我们只集中在离赶上自然科学还差多远这个问题上，恐怕不会有满意的结果。我们也最好记住与此相关的一个事实，即最近一百年来生物科学及其主要的直接得益者——医学科学，已经取得了如此巨大的进展！

当然，这种对发展一种成熟的社会科学（a mature social science）持大有希望的观点，并不能解释为什么在我们的社会自然科学大大超越了社会科学，然而它却建议，由于在我们的社会这二类科学比在其它社会发展得快，因而现代西方社会显示了

某些特征，它支持各种科学的发展——物理的，生物的和社会的。这种“某些特征”就是一套社会价值和社会环境，它十分有利于科学的发展(见第三章)，并且我们认为，它有利于所有科学的发展，包括社会科学与自然科学。即使如此，我们仍对社会科学为什么落后于自然科学不太明白，而且事实上一点不比我们至今对自然科学为什么没有更迅速地成熟、或生物科学为什么不比物理科学发达这些问题更明白[4]。我们的社会科学至少不足以令人满意地解决这二个问题中的任何一个，我们所能说的只是，我们在第二章曾经粗糙地解释过为什么十六、十七世纪出现了高度发达的自然科学；大量不同的社会因素直接或间接地影响了我们简称之为“科学”的社会活动、社会价值与理论的复合体的出现。任何试图对社会科学发展的不足作出的解释，都必须超越一些简单化的公式(如社会科学就是不可能的)，而深入到社会科学与其它一些社会因素之间的内在联系之中。着手这项任务的有效方法可能是研究社会科学的现状与前景。

社会科学家日益意识到他们所面临的科学任务的本质，这是一种较成熟的社会科学之成功发展的好征兆之一，他们的自我意识中所希望的成分越来越多的是像自然科学家那样，创造一套高度明确的理论，用来解释经验社会现象。社会科学家日益认识到，抽象的、系统化的概念框架的重要性及其作用；日益抛弃那仅仅是逻辑的、经院式的关于社会生活的猜测，去寻求工具，利用这些工具能够在可靠的社会资料中经验地检验他们的理论；能够自觉地把理论应用于经验研究的情况，则肯定地在社

4 关于十八世纪社会思想中社会科学的起源的尝试性解释，参见伯特·F·霍斯利茨(Bert F. Hoselitz)，“最近二百年的社会科学”，载于《普通教育杂志》，IV(1950)，第85—103页。

会科学各领域相当参差不齐。但是，我们所指的五门学科却都以各自的方式，努力去构造哪怕是有限的概念框架，并且都在寻求检验这些构造之正确性的新工具。其中一些新工具，如直接谈话法(interviewing)、问题调查法(questionnaire)和抽样技术(polling techniques)，这些工具对所有的社会科学都大有应用前途。[5] 事实上，现在甚至提供了作为所有社会科学的构成基础的一般的概念框架，也就是说现在已经形成了关于社会行动的一般理论，这种理论的明确目的是为社会科学的可能性提供最抽象、普遍和系统化的概念框架。[6] 这一概念框架的结果如何，只能通过长期的把这一框架置于进一步的经验确认之科学检验之下才能加以判断。无论如何，就目前来讲，它可以用作在社会科学中可能发生的理论掺杂 (theoretical sophistication) 的模型，或许更重要的是，它将为不可避免的概念框架的进一步进展提供一个焦点，而这一概念框架的进展迟早将成为令人满意的社会科学的基础。

在第一章讨论科学的本质时提到，与系统化的自然科学相比，"常识"具有不确定性，我们还指出了自然科学影响和改变"常识"认为是正确的内容的方式。或许正是由于"常识"涉及的是社会现象，才使它显示明显的不确定性，表现为各种类型的不一致和情感表达，而不是关于社会事实的精确且真实的陈述。如果谁想弄明白"常识"有多真，那他所要考虑的就是许多被公认为"人类本性"的东西。这种不确定性正反映了社会科学的缺

5 参见，比如丹尼尔·勒纳(Daniel Lerner)与哈罗德·D·拉斯韦尔(Harold D. Lasswell)编，《政策科学》(The Policy Sciences, Palo Alto: Stanford University Press, 1951)，第二部分。

6 塔尔科塔·帕森斯，《社会系统》；R·K·默顿，《社会理论与社会结构》。

陷，而社会科学至今的确还不能近乎自然科学那样去影响"常识"。尽管如此，影响还是存在的，在某些情况下甚至并非微不足道，比如，比较老练成熟的弗洛伊德心理学理论，近年来已渗入我们全社会的人的思维方式和言语方式之中。也许随着社会科学的成长壮大，随着社会科学对"常识"公认的影响的增强，有一种至少还未形成的观点将会进入"常识"之中，即像自然科学一样，社会科学也比"常识"优越。无论社会科学在实际社会行为中的真正应用是多么少，仍然必须反对"常识"的信念，认为在社会事务中，每个人都是本行的最好的专家。实际上，许多关于社会行为的"常识"是过时的社会理论，如现今社会大量充斥着过时的社会达尔文主义，一整套关于人与社会的本质的理论，这一理论已证明是不充分的。由于要抵消许多"常识"的信念和观念所形成的惰性，社会科学的观念进展步履艰难。

另一方面，我们的社会是大力支持社会科学的繁荣的。"自由"社会的社会价值和社会组织，与自然科学的发展和自主总体上一致这一结论（见第三章），也适用于社会科学。置于"批判理性"之上的价值和职业系统的结构——这里只择其我们曾讨论过的二种社会条件——都有利于社会科学的发展。比如职业系统，它不仅使一群专业社会科学家可以致力于社会研究，而且反过来需要大量的社会技术以使研究工作能有效地进行，这是社会科学进展的重要刺激力量。我们曾经指出，"工业理性化"运动有赖于经济学、社会学和心理学，也有赖于机器技术的改善。我们的确很难想像，如果没有一个把社会价值置于"批判理性"之上的社会，社会科学也能达到甚至是现今相对低水平的发展阶段。在讨论科学的社会后果时我们看到，在马克斯·韦伯所谓的"理性化过程"的程度上，美国社会是绝无仅有的，这一过程

包括并建立在对所有社会组织结构、所有社会价值的批判性审查基础之上；这是一项其它任何社会都没有像我们那样经历过的社会工程。正是由于能自由地理性地去研究社会的最基本的东西，才形成了社会科学，也由于有了这种自由，社会科学的未来发展才有了保障。

社会科学的社会组织，总的来讲也与自然科学的情形类似。社会科学家也在大学、学院、工业和政府机构进行研究活动，虽然在工业界，社会科学家比自然科学家少。职业社会科学家（professional social scientists）只是到十九世纪晚期才出现，与自然科学一样，在社会科学工作成为专业职业以前很长一段时间，社会科学只是"业余爱好者"的课题。下列数字（摘自：《国家科学人员名册》[National Roster of Scientific Personnel]）大致显示了专业社会科学家的人数：

人类学	683
经济学	7,349
政治科学与公共管理	2,742
心理学	6,985
社会学	2,729[7]

控制着社会科学家的行为的文化价值，与我们在第四章所说的对自然科学家很重要的文化价值一样；与较大的"自由"社会的价值有同样的重叠，也与比如我们称之为科学财产的"公有性"价值有同样的分歧。社会科学家在实践中恐怕不太能认识

7 《科学美国人》，1950年7月，第13页；还可参见，埃尔布里奇·西比利（Elbridge Sibley），《社会科学家的招聘选择与培训》（The Recruitment, Selection, and Training of Social Scientists, New York. The Social Science Research Council, 1948）。

到自然科学家的某些价值，比方说情感中性价值；即使认识到，这种价值在他们之间也不会很强烈，因为社会科学的理论与研究技术不够强大，以致于不可能像比较发达的自然科学那样构筑起防卫外界侵扰之墙。自然科学那高度发达的概念框架的一个较重要的功能是，使科学研究以一定结构方式进行，按照这种结构方式，能消除错误和纠正对科学规范的偏离。

在对社会科学家的作用的公众评价上，情况有点比自然科学家的情形更加模棱两可。从诺斯和哈特关于公众对职业声望的评价的研究中，我们已经看到，社会科学家所列等级是高的，他们同自然科学家一起处于职业声望等级的较高的群体。但是，这种明显的同自然科学家的平等关系，这种在民意测验中表现的普遍尊重，似乎并不存在于美国公众的所有部分。在诺斯和哈特的民意测验中，社会科学家的职业声望等级之所以高，也许是因为社会科学家对许多人来说是一个相对模糊的群体，以及因为在这种情况下使社会科学家职业地位类似于一般的“教授”或“科学家”的令人钦羡的地位。在美国社会中，某些有影响的群体所表达的对社会科学的评价，实际上涵盖了广泛范围的赞成与反对。因为这些群体可以对社会科学的发展施加影响，所以略微更仔细地考察一下某些这样的群体，对于我们将是有益的。

首先，在自然科学、教育以及把社会科学的地位安排得比较低的公共事务中，存在着一群有影响、有声望的人。例如，1946年就把社会科学包含在国家科学基金会的提议举行了国会听证会（Congressional hearings）至少从这次听证会上的言行一定可以推论出这一点。我们知道，这些人对待社会科学的态度在那天表达出来了，社会科学也就没有被包括在国家科学基金会

里。这一群人在国会听证会上发表的观点，社会学家乔治·A·伦德伯格在一篇评论文章中作了如下总结："（1）人类及其行为不是自然界的一部分，不可能像基础的，'纯'自然科学研究自然界那样去研究它；因而，社会科学属于非描述范畴(a non-descript category)，它主要包括改良主义与教条主义的意识形态及其学说。（2）社会科学的研究方法随着其它科学而广泛变化，于是企图在同一组织中管理社会科学研究是不明智的，因为(a)担心丧失其它科学的名誉；(b)能胜任指导其它科学的研究的人，不能裁决什么才构成正确的或人们希望的社会研究。(3)社会研究尤其面临陷入成为压力群体之牺牲品的危险，或面临被政府本身收买的危险。最后，（4）我们毕竟能通过过去与现代的圣哲们的历史性声明而获得社会问题的答案；然而要传播这些箴言并唤起社会对此的道德支持，需要大力发展教育。"[8] 我们已经研究了其中的一些批评意见，如认为"常识"要比科学好，稍后我们将考虑其它反对意见，现在先专门就这些意见作一说明。

这些关于社会科学的观点，在较少受到良好教育的公众中也有一些市场和影响力。虽然我们没有关于这些人想些什么的直接证据，但可以通过来自俄亥俄州的国会议员布朗在国家科学基金会的听证会上关于这一问题的看法去推断这些人会说些什么。布朗在他那措辞有力而富有色彩的建议中指出，他对待社会科学的态度比起学术群体来更像一般公众的态度，他说，"除我之外，我想所有其他的人都自认为是一位社会科学家，我确信我不是，但我想所有其他的人似乎都相信自己具有上帝赋

8 乔治·A·伦德伯格(George A.Lundberg)，"参议院讨论社会科学"，《科学月刊》，64(1947)，第397—411页。

予的特殊权利，去决定其他人应该干什么。一般的美国人都不希望专家围绕着他们，窥视他们的个人生活和私人事务，并替他们决定应该怎样生活。如果下列印象在国会流行，即要为国家科学基金会立法，以便成立某种组织，以保证许多短发女人和长发男人侵入人们的个人事务和私生活，并调查询问是否爱他们的妻子或者不爱之类的问题，那么我敢说你们不会想让你们的立法通过”。[9] 以后我们还将谈及国会议员布朗提出的一些问题，尤其是关于社会科学似乎向已有的价值观念和社会惯例提出挑战的问题。

虽然一些很有影响的自然科学家对社会科学家持否定态度，但仍有许多自然科学家并非如此。据《幸福》杂志的抽样调查，有证据表明，希望政府既支持自然科学也支持社会科学的自然科学家事实上占多数，在回答“你认为社会科学是否应享受联邦研究基金？”这一问题时，百分之八十一的大学自然科学家，百分之八十三政府自然科学家和百分之七十六工业自然科学家回答说“是”。[10]哈佛大学校长康南特最近表示了支持的看法，由于他不仅在自然科学家方面而且在一般受过教育的公众中都有广泛的影响，因而更具重要意义，同样重要的是必须注意到，康南特只是最近才改变了原先的看法，转而支持社会科学。他说，“社会科学研究方法已经发展到这一步，通过应用这一方法，有才能的社会研究学者能为那些在与一系列人类关系问题作斗争

---

9 在州际和国外贸易委员会的分部委员会上的证词，众议院第七十九次会议第二部分，1946 年 5 月 28、29 日，华盛顿哥伦比亚特区：政府出版办公室，1946，第 11，13 页。

10 《幸福》杂志，“社会科学家”，第 176 页。类似的自然科学家的赞成意见，可参见由学会际委员会(Inter -Society Committee)主持替国家科学基金会所作的对二十余个科学与教育组织的调查，载于《科学》，105(1947)，第 329 页。

的实际工作者提供基本的信息帮助，这是我的一个信念”。[11]最后，看看J·赫胥黎，一位自然科学家，关于社会科学的可能性与前景所表达的最乐观的看法，他说，“我们不必为社会科学的未来担忧，它会从目前的幼稚期经历类似的阶段走向成熟。到那时，从事社会科学这一职业的人，无论是纯研究还是应用研究，将同现在从事自然科学的人一样多；它将解决其关于新方法的主要问题，它所获得的成果将改变整个智力环境。正像中世纪的庸医（barber-surgeon，兼外科医生与牙医的理发匠）已让位于今日在科学上训练有素的医学人士，今天那些基本上是业余的政治家与管理者（amateur politician and administrator）必将由新型的受过专业化科学训练的职业人士来替代。生活将会逆社会科学背景而继续下去。”[12]

这些不同的态度，显示了社会科学在美国社会中的地位既不是截然分明，又不是像自然科学那样获得广泛支持。目前仍有一些有影响的观点，把社会科学的声望位置看得较低，并反对扩大社会科学的范围。然而从总体上看，社会科学不仅在现实可能性而且在现实必要性方面，正日益获得承认。

与自然科学家一样，社会科学家也可以划分为二类。一类对“纯”科学比较感兴趣；另一类主要致力于由第一类人发展起来的概念框架的实际应用。这二类科学家之间有很大重叠交叉之处，比两类自然科学家之间的重叠交叉更普遍，因为社会科学的概念框架目前还相对比较薄弱。当人们还不太明白什么是理

---

11 J.B.康南特，“在我们这一独特社会中的科学家”，第49页。

12 朱利安·赫胥黎(Julian Huxley)，“科学，自然的与社会的”，载于R.N.安申(Anshen)编，《科学与人类》(Science and Man, New York: Harcourt, Brace and Co., 1942)，第286页。

论、什么是观点时，集中注意力于发展理论是比较困难的。然而，正像自然科学所必然显示的那样，“纯”社会科学与“应用”社会科学之间的重叠交叉和相互渗透，必定彼此获益。比如，在态度研究(attitude research)领域中，“纯”社会心理学与把这一纯理论应用于实际的舆论抽样调查之间，存在着紧密的、有益的联系。

“纯”社会科学研究的中心在大学，我们称之为“社会科学”的学科的学术部门。对现代社会科学来说，这是一个不算小的有利条件，因为已经确立于大学之中，就不必再为进入大学而努力。在第六章我们看到，大学是文化遗产的主要受托人和革新者(trustee and innovator)，大学的支持与控制将是社会科学成功进展的重要保证。通过与大学联姻，就要求社会科学从总体上渴望并维持科学的价值与标准，但是，尽管社会科学比较强大，在大学的位置已不可动摇，但它仍没有获得公认的完全的支持，至少社会科学的某些方面不受赞同，有时遭到来自大学的二股势力的攻击。一方面，有些自然科学家不承认社会科学的现实可能性，如他们反对在国家科学基金会中包括社会科学；另一方面，一些人文科学系的学者把社会科学看作是一种道德训戒，因而对美国社会精心培育的价值是一种威胁。[13]后面我们还要论及社会科学与价值的关系问题，这是一个任何关于社会科学的本质与前景的严肃的讨论总要涉及的问题。

“应用”社会科学研究(不是“纯”研究)的最广阔的领域或许

---

13 见小施莱辛格(A. M. Schlesinger, Jr.)，“统计战士”(The statistical soldier)，载于《党派评论》(Partisan Review)，1949年夏；以及丹尼尔·勒纳(Daniel Lerner)，“‘美国战士’与公众”(‘The American Soldier’ and the Public)，载默顿和保罗·F·拉扎斯费尔德(Paul F. Lazarsfeld)编辑的《社会研究中的连续性》(Continuities in Social Research, Glencoe Ill: The Free Press, 1950)。

在于政府的各种活动之中。政府经常而持久地雇佣社会科学家是一个相对来说新生的事物，但是政府一段时间来已经进行了大量的“应用”社会研究，这些研究通常是为了发现某些特定的立法建议所必须依据的社会条件，比如，国会主持了一系列关于广泛的社会与经济问题的调查研究，并写成了报告。仅追溯到二十世纪初期，经国会授权主持这类著名调查研究的单位就有：工业委员会(1907)，国家金融委员会(1908)，工业关系委员会(1917)，农业调查联合委员会(1921)。[14]而这类社会研究的范围是：工业委员会于1898年就搜集了大批的社会资料，集中于十九个报告中；移民委员会发表了四十二份报告；国家金融委员会发表了二十三份报告，这些报告曾导致了联邦储备系统(the Federal Reserve System)的建立。当然，除了这些比较全面的报告外，国会的各委员会长期以来一直在进行有限范围内的专门的社会调查与研究。

除了政府的由国会主持的研究活动外，行政部门的各类机构也进行了一系列重要的研究。如三十年代初胡佛总统委员会对最近社会趋势的预测研究；国家资源规划署的精彩研究，我们曾多次引用过；临时国家经济委员会对经济活动所作的大规模调查研究；安托尼将军的三卷本，专利调查报告；以及最近，胡佛总统委员会对政府行政组织问题的研究及建议。在所有这些政府调查研究活动中，社会科学研究一直显示其并不小的重要性。

然而，政府对社会科学家的使用，在三十年代大萧条时期渡过了一个关键性的转折点。随着开始于那个时期的政府活动范围的日益增加，大量来自经济学、政治科学与社会学领域的社会

14 见美国国家资源委员会，1，《联邦政府与研究的关系》，第133页及随后各页。

科学家，被政府终身雇佣，这些首批雇员（其中有些人在那以后离开政府机构去大学搞研究）形成了一个连续扩展的政府社会科学家大军，与政府自然科学家的情形一样，政府社会科学家在二次大战期间急剧增加。作为一个对"应用"社会科学家在政府中目前及其将来可能的用处的例证，我们在此较详细地考察一下他们在战时所做的工作。[15]

在战时为政府做研究工作的社会科学家中，经济学家占了最大部分，他们研究诸如价格控制与粮食给养、税收与战时财政、战时生产、和人力计划等问题，他们还在军队智囊团、战略服务办公室（the Office of Strategic Service）和国外经济管理局（Foreign Economic Administration）工作。人类学家，尤其是那些拥有关于正在进行（或将要爆发）对外作战的地区的第一手知识的人类学家，在这些智囊团中也发挥着积极作用。然后，由人类学家进行的最主要的任务是在战争情报局（O. W. I.）的外国道德分析部（the Foreign Morale Analysis Division），研究日本社会的道德风貌，以便揭示影响民众团体和战斗单位（fighting units）的士气的方式。[16] 至于政治科学家，他们中的大部分被预算局行政管理处（the Division of Administrative Management of the Bureau of the Budget）所雇佣，目的是为了建立一个新的行政机构使旧机构提高效率。心理学家则在陆军、空军服役，他们进行人事分类测验，训练与选拔空军飞

15 约翰·麦克迪尔米德（John McDiarmid），"社会科学家的总动员"，载于伦纳德·D·怀特（Leonard D. white）编《战时的文职人员》（Civil Service in Wartime, Chicago: University of Chicago Press, 1945）。

16 亚历山大·H·莱顿（Alexander H. Leighton），《变化中的世界的人类关系》（Human Relations in a Changing World New York: E. P. Dutton & Co., 1949）。

行员，尤其在陆军、空军，主要雇佣精神病学家和临床心理学家，帮助士兵维持恰当的心理状况，以激发高昂的战斗士气，[17]社会学家和社会心理学家则大部分在陆军信息与教育处（the Information and Education Division of the Army）的研究部门里工作，这些学者从广泛的社会状况去研究士兵的态度与士气：装备使用情况、官兵关系、黑人—白人关系、点名的退伍制度（the point system for discharge）、以及战时表现。[18]上面举例说明了社会科学家战时为政府做的一些工作，这并非是他们所实际完成的工作的详尽无遗的例举，但至少标志着社会科学之应用的开始，尽管相对于自然科学而言，社会科学的概念框架和研究工具不太发达。[19]

社会科学知识及其研究方法的另一主要应用领域是工业和商业。在这一领域，要想获得有关社会科学的应用情况的信息，比得到自然科学的类似信息困难得多，至少国家资源规划署在完成《商业研究》（是三卷本的《美国科学研究》的第三卷）这份报告的过程中，强烈感受到了这一点。[20]在写作前二卷分别关于工业与政府中的科学研究的报告时，研究人员能获得相当多的一般性资料，以及研究工作进行情况、科学资源情况的详尽的统计图表。而在完成"商业研究"时，最多只能研究三十三个匿名的

17 罗伊·R·格林克（Roy R. Grinker）与约翰·P·施皮格尔（John P. Spiegel），《压力下的人》（Men Under Stress, Philadelphia: Blakiston, 1945）。

18 斯托弗（S·A·Stouffer）等，《美国士兵》，*I.*《军队生活的调节》（Adjustment During Army Life），*II.*《战争及其后果》（Combat and Its Aftermath, Princeton: Princeton University Press, 1949）。

19 拉塞尔·塞奇基金会，《联邦服务机构中社会科学研究的有效利用》（Effective Use of Social Science Research in the Federal Services, New York: The Russell Sage Foundation, 1950）。

20 美国国家资源规划署，III.，《商业研究》（Business Research）。

商业公司的实践，这些公司也是尽可能地从资历较深的不同领域的商业公司中挑选出来的，它们分别是五个工业物品制造厂家、十三个消费品公司、三个零售商号、四个公用事业公司和八个服务性组织。

在这项关于社会科学之应用的研究中，发生了一些耐人寻味的事情。最重要的或许是下列事实，所进行的大量社会研究既非被商人普遍接受也得不到他们的承认，因为他们只把"研究"这个词与物理或化学实验室联系在一起，许多商人并不认为社会资料的收集是一项研究，因而商业中的社会研究通常被叫作"商业分析"或有时叫"经济分析"。然而，最近几年来，由于实际需求而对这种自觉的社会研究采取了较为积极的态度。[21]在工业方面，社会研究也以非公认的方式进行：国家资源委员会的报告说，"大部分现存的商业研究单位，于1920年后建立，最初是由一位经济学家与一位重要的行政官员联合创办的"。[22]至今，在商业与工业界的社会科学家中，人数最多的仍是经济学家，其次恐怕就是做人事工作的应用心理学家。商业社会科学研究的主要课题是人事、科学管理、运筹分析、行政组织、工业关系、市场与社会统计分析和政府关系，当然这些课题之间许多是有相互联系的。目前在商业中进行的社会研究的质量，在支持研究的各公司之间有巨大差异，因为几乎没有确定的标准，而且几乎各搞各的东西；但是其中的一些杰出研究的确相当不错，它所形成的方法和所收集的资料对于基础社会科学研究是非常有用的。与此相关，国家资源规划署在报告中说道，"在商业事务

21　见詹姆斯·C·沃西(James C. Worthy)，"组织结构与雇佣民心"，《美国社会学评论》，15(1950)，169—179页。

22　美国国家资源规划署，III.，《商业研究》，第4页。

的卷宗中，留有宝贵的资料、精巧的方法和结论的实际应用，所有这些，作为对经济与社会环境的知识的贡献，将会受到专业知识界的热诚欢迎”。然而这些材料没有利用起来，或则因为认识不到其重要性，或则因为害怕竞争者。除了这些由单个商业公司进行的社会研究之外，商业贸易协会、商业咨询与研究组织和与商业有关的政府机构和大学，也进行大量的商业社会研究，这里我们又一次发现在应用社会科学中，也存在着与自然科学一样的不同组织之间的合作情形。

商业内部的对立面，即工会，也进行一些社会研究。但从总体上说，工会领导人并不比企业家或经理更能接受社会科学在商业的应用，近年来由于“工会与政府的联系增多；需要经常与各种公立的或私人机构进行书面往来联系；迫切希望对产生于磋商过程的经济与社会问题进行批判性评价；以及为了获得广泛的公众支持价值的承认，必须仔细全面地把工会的情况介绍给公众”，[23]而鼓励工会在商业中使用应用社会科学。不幸的是，这种由劳动工会使用社会科学家来“证明某一案例”，在某种程度上加强了下列倾向，即认为社会科学不可能真正客观。

当然，这些问题并非工会所特有，应用社会科学家的作用问题在所有组织——政府、商业、或工会，它们希望雇佣社会研究者以形成社会政策，或管理执行既定的社会规划——都带来一些特殊困难，这些特殊困难正越来越引起社会科学家们的注意[24]。针对这些特殊困难，目前还没有完全令人满意的解决办

23 所罗门·巴金(Solomon Barkin)，“美国工会运动中的应用社会科学”，载于《科学哲学》16(1949)，193—197页。

24 罗伯特·K·默顿，“在公共官僚系统中知识分子的作用”载《社会力量》(*Social Forces*)，23(1945)，第405—415页；R·K·默顿，“应用社会科学在政策形成过程中的作用：一份研究备忘录”，载《科学哲学》，16(1949)，第161—181页；E·

法，但已经作了一些仔细的有价值的分析。

这些困难的基本原因是，大多数社会科学知识具有高度的不确定性。社会科学家在充当政策制定者与管理者的顾问时，通常不能为他们所面临的选择提供很可靠的知识，因此，默顿认为，"针对社会科学家充当顾问，存在着不信任与充满期望的矛盾心理状态"；[25] 而且，政策制定者和管理者可能甚至非常可能会"曲解"社会科学研究（这些研究正是为了解决他们的一些当务之急）；因而进一步导致公众不愿支持据推测是由社会科学研究所牢固支持的政策。由于社会科学的相对不确定性，只能随着基础社会科学的进步而逐渐地减少，因而我们所指的特殊困难暂时只能尽量减少，而不能根除。另一方面，这些特殊困难在重要性方面也可以降低，也就是说社会科学家方面应小心谨慎地陈述自身工作的局限性，并且努力采取一些控制这类工作的措施。比如，人们日益期待着社会科学家应该使其专业团体对一些行动与"道德"行为之最低标准的形成与维持负责。专门进行公共舆论的测量与解释的社会学家与社会心理学家，最近在职业性自我控制（professional self- control）方面作出了努力，[26] 另外一个例子是，临床心理学家也感到最近更关心职业学科及其自我控制（professional discipline and self control）问题。[27]

A・席尔斯(Shils)，"社会科学与社会政策"，载于《科学哲学》，16(1949)，第219—242页；和A・H・莱顿，《变化着的世界中的人际关系》，第129—146页。

25 R・K・默顿，"知识分子的作用"，第407页。

26 艾尔弗雷德・麦克朗・李（Alfred McClung Lee），"舆论调查标准的执行"，载于《公共舆论季刊》（Public Opinion Quarterly），13(1950)，第645—652页。

27 李・R・斯坦纳（Lee R.Steiner），《人之烦恼来自何方？》（Where Do People Take Their Trouble?, Boston, Houghton,Mifflin Co.,1945）。

随着社会科学变得更强大有力，因而社会科学的应用“影响公众兴趣”，于是必须为这种应用建立并维持某些准则。由于这些准则基本上是技术性的，只有专业人员才能裁决，因而为了获得令人满意的公共控制(public control)，最好的方法是建立公共当局与专业社会科学组织之间的紧密合作。当然，这就是医学职业维持其技术才能与道德完整性准则的方法。

除了那些产生自社会科学之不确定性的特殊困难外，在把社会科学研究整合到社会决定(social decision)中的方式中，仍存在其他一些困难。如，社会科学家经常蒙受他对自己在所雇佣的组织中的作用模糊不清之苦，这一模糊不清有时候是由社会科学家自己引起的，但有时候却是由行政上级造成的。把自己想象成不仅仅是个技术员、并且希望影响那最终需要选择而不仅仅是“执行”的政策的科学家，像一个述语(the cant phrase)所说，会发现自己正处于与不愿别人越俎代庖的行政官员的冲突之中。因而，应用社会科学的一个基本要求是，社会科学家必须找到自身价值及其作用、还有他们的“食客”(client)的准确本质。如理解这些社会科学家就能把自身与其管理食客(administrator-client)和管理上司(administrator-superior)之间的潜在冲突降到最低限度(如果不是根除的话)；他就能(比如)消除那有时完全归咎于他自身与其他人之间交流上的失败的各种困难；他也就更能确信哪一类信息是其管理者真正想获得的，也就是说，是安排需要较长时间的“基础”研究，还是只需迅速呈送现存的已有的资料；更好地认识到自己在组织中的作用，社会科学家就能理解并顺应那些由其上司或决策事件施加于管理者的时间局限性和其它各种局限性；总之，当它以一般工作人员身分服务于某一组织时，社会科学家就能了解他在组织

中的角色与作用究竟是什么。如果不理解或不接受其角色，社会科学家必然为自己和服务对象设置困难，如果他的价值使得他在组织中的作用不能令他满意，那么他必须抛弃这一角色，而去组织的其他地方或组织外去寻求另一角色，在这一新角色中他能充分认识到自身的价值。于是，那些希望影响他在其中工作的组织的政策的社会科学家，通过在别的地方（比如大学）进行研究工作，会发现能较容易地间接达到影响政策的目的，因为这些在别的地方进行的研究工作是那些他在其中工作的组织的决策者必须考虑的，当然，他在别的地方进行的研究仍然可能不被那些他想使之进入某一行动链条的人所承认或利用。与那些想影响组织政策的情形相反，那些只想提供技术性工具的社会科学家，应该避开需要作决定或者为作出的决策负责的组织角色。当然，技术性信息与决策之间总是存在某种程度的互动，但是由于不同的社会角色在作出决定过程中发挥不同的作用，因而社会科学家必须在各种角色中间作出决择。

现在我们转向考虑社会科学的发明与发现过程。我们在第九章所论述的有关自然科学的发明与发现的大多数结论，对于社会科学同样有效，当然两者之间的差别是有的。比如在社会科学方面，由于目前概念框架的相对不发达，在科学进步过程中，先前知识（antecedent knowledge）的所起的影响不如自然科学的情形大，外部社会因素却似乎更有影响力，事实上，这是通常对社会科学的指责之一，即社会科学的发展比起其它已经确立的知识来，过分地受其他社会因素的影响。我们已经看到，所有科学的发展进程，只是部分地受科学之外的社会价值与社会兴趣的影响，并且这种影响不会使科学减少“科学性”，只要所发现的东西是建立在良好的概念框架之上的在经验上可检验的

知识。社会科学应该也是如此，不论其进程在多大程度上受社会目的的支配，只要社会科学产品是在经验上可检验的、理论上有基础的，那么我们就有了真正的科学。与所有的自然科学一样，所有的社会科学都部分地是由于“实际”的社会利益的需求而产生的。弗洛伊德心理学来自医学上精神治疗的需要；某些人类学分支由于殖民统治的需求而产生；有些社会学理论完成于社会改革运动之时；而有些政治科学则由于实际的政治需要而产生。除了其起源有共性外，它们都具有科学确实性。这并不是说社会因素不会干涉社会科学的发展，而只是说，如果只是因为社会因素对社会科学的发展有影响，就认为社会科学一定是“非科学的”，这样一种观念是错误的。

我们发现，一个总是与科学有相互作用的社会因素，这就是社会价值。像在自然科学中的情形一样，在社会科学中，这二部分（社会科学与社会价值）也通常被当作似乎处于基本的对立位置来看待，或者说，一方是与价值相分离的社会科学，另一方是社会价值。但是，如我们在上一章所见，在科学与社会价值的相互作用中不会发生那么多的冲突，以及不同价值系统之间的可能的冲突。亚历山大·莱顿教授，精神病学家兼人类学家，曾负责主持了二次大战期间一项对日本的道德进行的社会研究，他说，“社会科学不会‘威胁基本的人类价值’；社会科学仅仅是通过推翻构成某些社会价值与社会教条的基础的假设后威胁这些价值与教条的许多社会力量中的一种。许多价值得到了加强”。[28]

在美国，社会科学在一定程度上分享着我们给予所有科学与理性之活动的普遍的道德上的支持，这是加强社会科学与其

28 A·H·莱顿，《变化着的世界中的人际关系》，第206页。

它社会利益和社会价值之间的关系的一个源泉。但是这种普遍的道德支持，并没有像给予自然科学那样，给予社会科学以巨大的推动力，因而社会科学仍广遭攻击。一旦社会科学依据理性去研究其他社会价值，并且因而似乎在削弱社会价值的基础，那么由于这些价值在社会生活的各个方面是“神圣的”，因而不会容忍那“渎神的”理性审查，那么社会科学就面临受限制的危险，甚至冒不问青红皂白被拒斥之险。具体地说，国会议员不愿意让“短发女人和长发男人”去窥视那“神圣的”私人家庭生活，因而投票反对国家科学基金会把社会科学包括在内。

对社会科学的反对、对其傲慢的担忧，并不限于政治家和那些在街上的大众。有好大一批艺术与人文科学方面的学者感到，社会科学尤其败坏了他们所持有的价值，他们觉得，社会科学使人类生活的情感的、道德的、艺术的和美学的方面的现实性与重要性减少到最低限度甚至根本否认之；他们觉得，社会科学想用那对价值实施活体解剖的致命的**分析**(analysis) 去代替对道德价值和美学价值的**欣赏**(appreciation)。在某些情况下，这些人由于恐惧在他们看来的社会科学对他的所持价值的毁灭性打击，而被逼到了对理性原则本身的反攻击方面去，并且进一步否认任何对社会生活进行理性把握的可能性。这最后一道防线，无论多么极端，并不是没有理由的，因为社会科学的某些方面是以其忽视甚至否认人文学科的重要性为特征的。社会科学由于其十九世纪的大量社会理论而有其深刻的实证倾向根源，即使现在还没有完全摆脱这种对人类行为的误解的、有相当局限性的理解所造成的影响。[29] 现在仍有一些实证社会科学家，

29　对实证社会科学观的批判，请参见汉斯・J・摩根索(H・J・ Morgenth-

他们忽视甚至否认整个道德—美学—情感领域，并且试图完全从人类对于世界的理性侧面去理解人类行为。并非所有人类生活中的非理性的东西都是无知、谬误、不合理的；并非所有非经验的东西都是"不现实的"。

很清楚，按照这种理解，社会科学与人文科学之间就没有必然的冲突。与所有科学一样，社会科学主要关心分析、预见、和控制行为与价值；人文科学则主要关心综合与欣赏。在人类调整其与社会存在的关系时，二者都发挥各自必需的作用，作为生活手段，任一方都不能完全替代另一方。因此，社会科学家与人文科学的学者，都应抛弃存在于二者之间的反唇相讥和冲突，携手合作，确定各自然而又彼此互补的利益与活动范围。双方各自部分地按自己的合乎逻辑的方式发展；同时也能彼此获益——社会科学可以提出对于人类行为的系统的、实在的新理解；而人文科学则可以提供有时能预见社会科学的未来进程的真知灼见。

至于社会科学家对此采取防御策略（这方面比其他学者明显），如果他们还不明白社会科学必然经历来自其它社会活动与社会价值的阻碍甚至攻击，那么这些就是糟糕的社会科学家。我们发现这种情况也发生于自然科学中。对社会科学的阻碍作用究竟有多大，这个问题至今很少有强有力的证据证明，而且这一问题通常直接地产生了消极有害的后果，事实上，几乎可以肯定，这是社会科学目前智力相对滞钝的最重要的原因之一，社会科学家的活动得不到支持，那是因为他们过多地怀疑各种社会价值。另外，如果社会科学家注意不到社会科学是多么地与我

---

au)，《科学人与权力政治》(Scientific Man and Power Politics, Chicago: University of Chicago Press,1946)。

们最深刻的社会价值相一致这一点，那么这些也是差劲的社会科学家。认为社会科学没有价值，它建立在基本的道德相对主义基础之上的观点是不正确的，社会科学只在一种有限的意义上训诫道德相对主义，也就是说只是为了确立"批判理性"的道德价值而这样做。因此，社会科学不能是相对主义；社会科学是绝对的，或者说，当它采取道德价值的立场时，它是与所获得的价值一样是绝对的。甚至在某些社会科学家中间肯定存在一个错误的观念，即认为他们与价值无关，每一个人类社会图案与每一种人类社会活动，无论是其他社会的还是美国的，都一样完满。但是这一错误观念只存在于那些不承认科学（社会的与自然的）与社会的基本价值之间有根本性的内部联系的社会科学家之中。尽管社会科学创造了所有这些令人不安的东西，并且可能继续引起一些新的不安——虽然这些由社会科学本身造成的现实的和潜在的不利因素可能事实上比社会的无知与无能所带来的不利因素少——我们仍然必须支持社会科学的发展，这是我们的基本价值态度，也是实现社会科学的发展的根本条件。

我们已提过多次，科学使预测与控制成为可能。如果我们有更多的社会科学，那么就有更大的社会控制的可能性。我们能有多大的社会控制？我们希望多大？我们的价值能允许多大？支持社会科学的人与反对社会科学的人都必须以某种方式回答这些问题。无论对此持什么观点，这一科学使之可能的控制问题涉及二个方面的问题。首先，对社会现象的部分理解与部分控制是否有价值，任何对社会整体的非完全控制对我们是否有利；其次，很多担心有此部分控制的人将实际上把我们引向完全控制，因而社会科学将把我们从金光大道引向蜂窝状社会（beehive society）的毁灭。这两方面问题相互联系，不过下面我们将

分别考虑。

有些人认为社会科学价值不大，因为它绝不可能对社会行为实施完全控制。这一观点基于下列假设，即社会行为中未被控制的部分必然会使我们确实对之有所理解与控制的领域陷入混乱。然后这一假设对于自然科学，对于所研究与控制的物理与生物现象均不成立。所有科学都寻求发现存在于经验世界的整体之各个特定部分之间的确定的关系，自然科学至今并且永远不会使我们对生活于其中的物理与生物世界实施完全的控制，但是自然科学的巨大作用却丝毫没有减少。设想知识必须完全有效，是对理性知识之本质的一种误解，人类知识，无论只由理性"常识"构成，还是只由理性科学构成，肯定只是影响社会行为的几种力量中的一种，正是基于这一原因，社会科学本质上是有局限性的。

基于同样的理解，我们也就不必担心社会科学可能实现完全的社会控制。现代极权主义社会的讽刺家，如乔治·奥韦尔(George Orwell)，过分轻信了理性知识的力量，因而认为极权社会已被完全控制，或至少以前从未这样被控制过。人类社会本质上是一个动态过程：在我们的价值、知识、社会组织以及作为社会基础的物理与生物环境之间存在着复杂的相互作用。由于人类社会的本质，由于不断变动的社会价值(这些价值与人类的理性知识相互作用并且部分地决定这些知识的利用)，人类蜂窝状结构(a human beehive)是不可能的。当然令人不幸的是，的确有一些部分控制的类型是我们所憎恨的，它超出我们的喜欢程度，而使我们形成非常接近于蜂窝状结构的社会，如纳粹德国与共产党苏联的令人可恶的"极权主义"社会。但是部分控制正好能使与我们的价值相一致的社会状况成为可能，社会科

学使更"自由"与更可恨的"控制"同样成为可能。知识具有施行善或恶的力量，但我们不能由于它能行恶而抛弃这种力量。现在，我们正陷于与自然科学造成的后果一样的两难境地，对于社会科学带给我们的部分控制，我们也选择了我们应该选择的对付方法。我们可以消除对社会科学专家提出的蜂窝状社会的惧怕心理，之后，就可以集中精力推进社会科学的发展。发展到一定程度，社会科学就能帮助我们形成一个与我们的价值观念相一致的略微紧凑一些的社会。自然科学给我们带来了物质上的相对富有；我们也可以利用社会科学，给我们带来精神上的相对自由。

怀特海曾经指出，直到十七世纪，自然秩序(Order of Nature)的观念才在西方人中间广泛流行，并迎来自然科学发展的多产时期。我们要问：二十世纪是否可能标志着类似观念——人类秩序(Order of Human Nature)——的出现？如果是，那么就会出现一个人类生活的重要进展时期。如果这一观念在社会中广泛传播，部分通过逐渐地显示社会科学在预见与控制人类事务方面是比"常识"更强的手段，那么，这对于社会科学以后的发展将产生巨大而有益的影响。在将来，我们完全可能看到这样一个相应的社会转变过程，在那个时候，社会科学由于其成就为自己赢得支持，并反过来由于这些成就而加强了对人类秩序观念的信仰。我们也可能逐渐地认识到，人类世界并不比物理世界和生物世界更武断、更变幻莫测、更偶然、更不确定、更随机、或更莫名其妙。只有社会科学与它的姐妹自然科学都走向成年，科学才能真正达到完全成熟的水平。

译 后 记

这是科学社会学的一部经典著作。

科学社会学诞生于本世纪三十年代末。1938年，美国社会学家罗伯特·K·默顿(Robert K. Merton)发表了《十七世纪英国的科学、技术与社会》一文，为科学社会学奠定了基础。然而，令人遗憾的是，这门学科在整个四十年代几乎停滞不前。英国一位著名的科学社会学家杰里·加斯顿(Jerry Gaston)在1980年出版的《科学、技术和医学的文化指南》一书评论道："在五十年代以前，很少有专业社会学家关心科学社会学，除了极少数例外。罗伯特·默顿和伯纳德·巴伯是两个主要的例外，他们至今仍在这一领域内发挥着作用；在适应这一专业学科发展的条件成熟之前，他们一直没有真正的追随者。"

伯纳德·巴伯为科学社会学贡献了《科学与社会秩序》一书，这本书初版于1952年。加斯顿评价此书为"第一本系统论述科学社会学的经典著作"。巴伯还同赫希(W. Hirsch)编辑了《科学社会学》(1962年，1978年重印)一书，这是该学科的名称首次被用于书名。

科学社会学真正兴起是六十年代以后的事情，默顿和巴伯为此做出了突出的贡献。科学社会学中的"默顿学派"在六、七十年代不断发展壮大。默顿和巴伯都师从美国著名社会学家塔尔科特·帕森斯，因而他们同属结构功能主义这一学派。从结构

功能主义的理论出发，默顿等人把科学视为一种社会建制（social institution），科学对整个社会的整合发挥一种独特的功能，同时又保持着某种自主性。伯纳德·巴伯的这部著作正是全面系统地论述了科学这种社会建制同社会的互动状况，以及科学内部的社会结构。

在六十年代和七十年代，科学社会学的研究核心是科学的社会结构问题。默顿、科尔兄弟（Jonathan R. Cole and Stephen Cole）和加斯顿等人通过科学奖励系统，揭示了科学的社会运行机制。普赖斯、克兰、穆林斯等人则利用人际关系测量技术，对科学共同体成员之间的交流、合作以及其他社会互动的情况进行了调查，从而深入细致地刻画了科学的社会结构，同时，他们还把这方面的研究与科学增长联系起来，总之，在此期间，科学社会学的主流是不涉及科学思想、概念，只把科学视为一种社会亚系统，分析它的内部结构及其与整个社会的关系。默顿和巴伯的著作是这一研究主流之源。

自七十年代中期以来，科学社会学中的"爱丁堡学派"异军突起。该学派试图抛弃默顿和巴伯建立的科学社会学的研究传统，分析各种社会因素对科学思想或概念之形成和演变的影响。该学派对科学哲学和科学社会学都具有极大的影响。

科学社会学在国外已经有了飞速的发展，然而在国内却尚属空白研究领域。默顿在为这本书撰写的前言中，分析了科学社会学在当时（1952年）的美国尚不发达的原因。这些分析对于今天的中国也依然是中肯的。与默顿的前言相映成趣的是，巴伯为中译本所撰写的序言描绘了科学社会学兴起和成熟的历程。做为历史见证人的巴伯所撰写的这个新序言本身就具有很高的学术价值。通过翻译巴伯先生的这本经典著作，使我们获

益匪浅。我们希望读者在阅读此书的过程，会与我们有同样的感觉。

在翻译此书的过程中，巴伯先生一直给予我们以鼓励和支持，他不仅赠予我们这本书，而且撰写了一篇相当精彩的序言。本书的中文版序言、前言、鸣谢、第一至三章以及第十章由顾昕翻译，第六至九章以及第十一章由郑斌祥翻译，第四、五章由赵雷进翻译。全书由顾昕统校。

由于科学社会学是一门新学科，再加上我们学识浅陋，译文中难免有失当之处，尤其是在专业术语方面。祈望各界读者不吝赐教。

译　者

1987年11月